資料(輸)２９－１３
資料(貯)２３－１３

DS371

人々と環境を保護するための

IAEA安全基準

使用済燃料の貯蔵

安全指針ドラフト

DS371

安全指針ドラフト

IAEA
International Atomic Energy Agency

目　次

1. はじめに..... 1
　背景..... 1
　目的..... 1
　範囲..... 2
　構成..... 2
2. 人の健康と環境の保護..... 2
3. 役割と責任..... 3
　共通事項..... 3
　政府の責任..... 4
　規制機関の責任..... 4
　運転機関の責任..... 5
　使用済燃料の所有者の責任..... 7
　核物質の計量と管理..... 8
　緊急時のための準備..... 8
4. マネジメントシステム..... 8
5. 安全評価..... 9
　安全関連図書..... 12
6. 使用済燃料貯蔵に共通する安全上の考慮事項..... 13
　共通事項..... 13
　設計プロセス..... 16
　使用済燃料貯蔵施設の設計に関する考慮事項..... 17
　使用済燃料貯蔵施設の試運転..... 28
　運転上に係る事項..... 39
　長期間の貯蔵..... 45
　使用済燃料貯蔵施設の廃止措置..... 47
7. 乾式および湿式使用済燃料貯蔵に特有な安全上の考慮事項..... 48
　湿式貯蔵施設に特有な設計上の考慮事項..... 48
　乾式貯蔵施設に特有な設計上の考慮事項..... 51
　湿式貯蔵施設に特有な運転上の考慮事項..... 54
　乾式貯蔵施設に特有な運転上の考慮事項..... 57
8. 燃料に特有な考慮事項..... 58
　共通事項..... 58
　MOX燃料..... 59
　高燃焼度燃料 59
　燃焼度クレジット..... 59
　研究炉からの燃料..... 60
参考資料 62
草稿寄稿者とレビュー者..... 65
安全基準承認組織..... 66

1. はじめに

背 景

1.1. 使用済燃料貯蔵施設とそれに貯蔵されている使用済燃料の安全は、含まれている放射性核種の適切な閉じ込め、臨界安全、熱除去および放射線遮蔽により確保されている。閉じ込めは、適切な立地、設計、建設および試運転、それに続く使用済燃料貯蔵施設の適切な管理と安全運転により確保される。最後の段階では、適切な廃止措置が必要である。

1.2. 使用済燃料は、運転中の原子炉から継続的に発生する。これは、冷却のために一定期間原子炉燃料貯蔵プールに貯蔵され、その後、再処理または処分（放射性廃棄物と考えられる場合）を待つため、指定された湿式または乾式使用済燃料貯蔵施設に輸送される。

1.3. 原子炉から出た使用済燃料の貯蔵施設の多くは、原子炉からの取り出しからその後の再処理または処分までの間、使用済燃料を保管するための場所として限られた期間使用することを意図していた。処分施設の開発に要する時間と限られた再処理プログラムを考慮して、貯蔵期間は延長されつつある。使用済燃料の管理におけるこの考え方の変化は、その他の展開、即ち、濃縮度の増加、燃焼度の増加、改良型燃料設計と混合酸化物（MOX）燃料の使用、燃料ラック稠密化、燃焼度クレジットの使用および一部のケースでは設計寿命を超える貯蔵期間の延長、を伴った。それにもかかわらず、貯蔵が使用済燃料管理の究極の解決策であると広く考えられてはいない。

1.4. 本安全指針は、使用済燃料施設の設計、運転および安全評価をそれぞれ目的として1994年に発行された刊行物、安全シリーズ116、117および118に置き換わるものである。これは、三つの以前の安全シリーズ刊行物の内容を組み合わせ、上述した新しい展開の影響に対応した勧告を取り込んでいる。これは、放射性廃棄物の貯蔵に関する安全指針[1]を補足するものである。

目 的

1.5. 本安全指針の目的は、研究炉を含む原子炉からの種々の使用済燃料および長期貯蔵を含む種々の貯蔵期間を考慮して、種々の使用済燃料貯蔵施設（湿式および乾式）の設計、安全運転および安全評価に関する最新のガイダンスと勧告を提供することである。本安全指針は、核燃料サイクル施設の安全[2]、放射性廃棄物管理[3]、原子力の施設と活動の安全評価と検証[4]、施設と活動に関するマネジメントシステム[5]、というIAEA安全要件刊行物に規定された要件をいかに満たすかについてのガイダンスと勧告を示すものである。また、これは、安全評価と安全に係わるマネジメントシステムを含め、設計、試運転、運転および廃止措置に関するガイダンスと勧告の提供につい

て記している。

範 囲

1.6. 本安全指針は、他の原子力施設（原子力発電プラント、研究炉または再処理プラントなど）と同じサイトに配置された使用済燃料貯蔵施設、またはそれ独自のサイトに配置された使用済燃料貯蔵施設を対象としている。

1.7. 本安全指針は、水減速炉からの使用済燃料の貯蔵を対象としている。しかし、この安全指針は、十分に配慮すれば、ガス冷却炉や研究炉からの燃料などその他の種類の燃料に対しても、また、使用済燃料集合体機器およびキャニスタに入れられた破損燃料に対しても適用可能である。

1.8. 本安全指針では、核物質と原子力施設の物理的防護に係る勧告は扱っていない。リスク評価、脅威の決定、物理的防護システムの設計、保守および運転、物理的防護システムの有効性評価と検査は、参考資料 [6, 7] とIAEA原子力セキュリティシリーズの刊行物に記されている。

構 成

本刊行物の第2章では、使用済燃料貯蔵に適用される安全目的と基準を扱っている。関係する機関の役割と責任は第3章に記されており、第4章には安全を保証するために必要なマネジメントシステムに関するガイダンスを示してある。第5章には安全評価についてのガイダンスを示し、第6章には、長期貯蔵に関する考慮事項を含め、使用済燃料貯蔵施設の設計、建設、運転および廃止措置に関する考慮事項を記している。第7章では湿式および乾式使用済燃料貯蔵に特有な考慮事項を扱い、第8章では特別な特性を持つ使用済燃料に関する考慮事項を扱っている。

2. 人の健康と環境の保護

2.1. 国の放射線防護の要件は、参考資料[8]に規定された安全目標と基本安全原則を考慮に入れ、電離放射線に対する防護および放射線源の安全に関する国際基本安全基準[9]に従って策定すべきである。特に、使用済燃料の貯蔵における影響として、被ばくする人の放射線防護は、規定された線量限度内に保持する必要があり、線量拘束値を適切に考慮して最適化すべきである。

2.2. 使用済燃料の貯蔵は、現在および将来の人々と環境が放射線のリスクから防護されるように行われなければならない [8]。使用済燃料貯蔵施設の設計と運転に際しては、参考資料 [9]の要件に従って、以下のように、作業者と公衆の防護策および環境防護策を講じるべきである。

(a) 使用済燃料貯蔵活動の結果としての作業者と公衆に対する実効線量が所定の限度を超えないこと。

(b) 作業者と公衆に対する放射線防護対策が最適化されるように使用済燃料貯蔵施設が設計され、運転されること。

(c) 使用済燃料貯蔵施設における事故を防止し、発生した場合には、その影響を緩和するために全ての実行可能な対策がとられること。

(d) 予想しうる全ての故障または事故条件について、防護措置が最適に機能した結果となるべきこと。

2.3. 使用済燃料貯蔵施設からの環境への排出は、管理され、規制機関が課した条件に従うべきである。

2.4. 作業者と公衆の放射線被ばくを制限するためにとる管理策の適切性については、施設内外のモニタリングとサーベイランスにより検証すべきである。

2.5. 使用済燃料の発生と貯蔵に関して、またそれに続く管理段階に関しても、安全文化を促進、維持して、‘保護’と‘安全’に対して問いかけ、学ぶ態度を奨励し、慢心を戒めるべきである [2, 9, 10, 11]。

3. 役割と責任

共通事項

3.1. 使用済燃料の貯蔵は、明確な責任（国際的義務に関する責任とそれへの適合性を示す責任を含む）の分担 [12] を定め、関連する施設および活動の効果的な規制管理を保証する国の適切な法的枠組および規制枠組の下で行うべきである [2, 13]。 国の法的枠組はまた、関連する国内法や、使用済燃料管理の安全と放射性廃棄物管理の安全に関する合同条約 [14] などの国際的な法律文書への適合性を保証すべきものである。

3.2. 使用済燃料を管理するために、一つの運転機関から他の運転機関に使用済燃料を輸送する必要が生じる可能性がある。使用済燃料管理の種々の段階は相互に関連している。法的枠組においては、全プロセスにわたり安全に対する責任の分担を明確にする規定

を設けるべきである。特に、運転機関の間の輸送を含め、貯蔵に関してはそうである。安全に対する責任の継承は、規制機関による許可によって確保すべきである。加盟国間の輸送に関しては、各々の国の規制機関による許可を受けるべきである [15]。

3.3. 使用済燃料管理に関する規制機関と運転機関の責任は、明確に規定され、機能的に分離されるべきである。

3.4. 将来の費用、特に、廃止措置の費用および貯蔵後の放射性廃棄物と使用済燃料の管理の費用に充てるために、適切な財源を準備する仕組みを確立すべきである。そのような仕組みは、許可に続く運転が始まる前に確立し、必要に応じて更新すべきである。使用済燃料貯蔵施設の停止が早まった場合に必要な財源の準備についても考慮すべきである。

政府の責任

3.5. 政府は、使用済燃料の管理に係る政策および方策を決め、その政策および方策を実施するために必要な法的枠組および規制枠組を設ける責任を負う。この政策と方策は、使用済燃料管理の種々の段階の間の相互関連と、存在する選択肢を考慮して、加盟国における全ての種類の使用済燃料と使用済燃料貯蔵施設を対象とすべきである。

3.6. 政府は、課された責任を果たすために、適切な権威、権限、職員、財源を持ち、運転側から独立した規制機関を設置する責任を負う [12]。

3.7. 政府は、使用済燃料の管理に影響を与える政策および方策の策定に関連する事項に関して、利害関係者（即ち、使用済燃料管理活動に関与する、またはそれにより影響を受ける者）の意見を聞くべきである。

規制機関の責任

3.8. 規制機関は、運転機関に対し、使用済燃料の安全な貯蔵に関する要件についてのガイダンスを与えるべきである。規制上の責任には、政策、安全原則および関連基準を定めるため、また規制活動の基盤となる規則や条件を定めるための技術面での活動も含まれることがある。

3.9. 使用済燃料が再処理または処分のために取り出されるまで長期間にわたり貯蔵される可能性があるため、規制機関としては、運転機関が使用済燃料貯蔵施設の寿命期間にわたり人的･技術的･財政的資源を準備していることを確認すべきである。ただし、

そのような確認は、法が定める義務の範囲内とすべきである。

3.10. 使用済燃料貯蔵施設の規制に係る検査と行政措置についての一般的な勧告は、参考資料 [16] に記してある。規制機関は、使用済燃料保有量や物質の輸送に関する記録の保管、貯蔵・保守・検査・試験・サーベイランスの合格基準への適合性、運転制限条件、核物質の物理的防護および緊急時対策などの貯蔵施設の運転に係る主要点が基準に合致していることを定期的に確認すべきである。これは、例えば、使用済燃料貯蔵施設の通常検査および運転機関の監査により実行することができる。規制機関は、必要な記録が作成されていること、および適切な期間維持されていることを確認すべきである。記録のリストは参考資料 [17]に提示されている。

3.11. 規制機関は、周辺住民、公衆、メディアおよびその他の者などの利害関係者に、使用済燃料貯蔵施設の安全面（健康と環境面を含め）および規制プロセスについて知らせる手段を作るべきであり、また、適宜これらの当事者の意見を公明正大かつ非排他的な方法で聴取すべきである。セキュリティなどの理由による機密の必要性は尊重すべきである。

3.12. 使用済燃料の長期貯蔵を選択する政策をとる国においては、規制機関は、例えば、次のいずれかの許認可方針を採るべきである：

(a) 5.18項に従った安全評価の定期的レビューを前提に、全予想運転期間に対して交付される許可

(b) 期限満了後に更新する可能性をもって、限定された期間（例えば、10から20年）に対して交付される許可

(c) 使用済燃料貯蔵施設の初期に予想された運転期間を超える許可の延長

3.13. 規制機関が複数の機関から成り立っている場合は、効果的な取り決めを作って、不作為または不要な重複を避けるとともに、運転機関に矛盾した要求を出さないように、規制の責任と機能を明確に定めて調整するようにすべきである。主要な規制機能である審査・評価および検査・行政措置は、整合性を持ち、必要な情報の反映・交換ができるように、組織化すべきである。

運転機関の責任

3.14. 運転機関は、使用済燃料の貯蔵に関する全ての活動の安全について責任を負い、安全確保に必要なプログラムと手順書を特定し、実施する責任を負う。運転機関は、高いレベルの安全文化を維持し、安全性を示すべきである。

3.15. 使用済燃料貯蔵施設の運転機関は、一般的に下記の責任を負う。

(a) 使用済燃料貯蔵施設の立地、設計、建設、試運転、運転、改造または廃止措置のための許可を規制機関に申請すること。

(b) 許可申請の裏付けのために、適切な安全評価、環境評価を実施すること。

(c) 安全報告書、許可条件および適用規則の要件に従って、使用済燃料貯蔵施設を運転すること。

(d) 使用済燃料貯蔵に関して規制機関が承認する受入基準を策定・適用すること。

(e) 使用済燃料貯蔵施設の安全に関して規制機関の要求に基づき、定期報告書（使用済燃料の実際の保有量および受け払い量など）を提出することおよび関連する利害関係者および公衆との意思疎通を図ること。

3.16. 使用済燃料貯蔵施設の許可に先立ち、運転機関は、活動案に関する安全性を示し、活動が国の法令の定める安全要件および基準に適合していることを示す安全報告書を規制機関に提供すべきである。運転機関は、予想される貯蔵期間を超える使用済燃料の長期的管理のための計画を規制機関に提供すべきである。

3.17. 運転機関は、安全評価を使って、固有の運転制限条件を定めるべきである。運転機関は、承認された制限および条件の違反を避けるために、定められた制限値以下に運転目標レベルを設定してもよい（6.74項参照）。

3.18. 使用済燃料貯蔵施設の寿命期間の早期に、運転機関は最終的な廃止措置の計画を策定すべきである。新しい施設については、設計段階で廃止措置について考慮すべきである。廃止措置に関するガイダンスは参考資料 [18] にある。廃止措置計画を持たない既存の施設については、可及的速やかにこの様な計画を作成し、規制機関の承認を受けるべきである。

3.19. 運転機関は、初期訓練と定期的再教育訓練を含め、職員に対する訓練と資格認定の要件を確立すべきである。運転機関は、関係する職員の全てが使用済燃料の性質、その潜在的危険および必要な運転・安全手順書を理解しているようにすべきである。監督職は、与えられた活動を実行する能力を持つべきであり、したがって、その目的のために、選任され、訓練され、資格認定され、承認されるべきである。安全・放射線防護要件の適用に関する監督を行うために、放射線防護担当者を指名すべきである。

3.20. 運転機関は、安全報告書の要件および規制機関が定めた安全要件に対する適合性を示すために、使用前試験および試運転試験を実施すべきである。

3.21. 運転機関は、放射性物質および他の潜在的危険物質の環境への排出が許可の限度内になるようにすべきである。排出については記録を行うべきである。

3.22. 運転機関は、職員のモニタリング、エリアモニタリング、環境モニタリング、防災および緊急時対応に関して、計画を作成し、プログラムを実施すべきである（3.32項参照）。

3.23. 運転機関は、使用済燃料貯蔵施設、貯蔵条件または貯蔵する使用済燃料の変更に係る承認プロセスを確立すべきである。このプロセスは、変更の重要性に即したもので、他の施設の安全に対する影響とともに、使用済燃料の取出・再処理・処分に対する影響も含め、予想される変更により起こり得る影響を考慮したものとすべきである。

3.24. 運転機関は、廃止措置を含め、施設の寿命期間中の全ての必要な課題を実施するために、十分な財源を確保するための適切なメカニズムを整備すべきである [12]。

3.25. 運転機関は、記録システムを作成・維持すべきである。記録システムは、使用済燃料の場所と特性に関する情報を含み、所有者、発生源、および貯蔵期間中存続する標識システムを用いた固有の識別番号に関する情報も含むべきである。貯蔵施設における放射性物質の保有量に関する情報を最新のものに更新することは、記録システムのもう一つの基本的な課題である。

3.26. 使用済燃料の管理（処分を含む）に関する方策を実施するため、貯蔵中の使用済燃料の状態を特に考慮して、十分な記録を保管・更新すべきである。

使用済燃料の所有者の責任

3.27. 施設に貯蔵している使用済燃料の所有権は、明確かつ明白であるべきである。使用済燃料の所有者、すなわち、財政的な責任を含め、使用済燃料の法的所有権を持つ機関（通常は使用済燃料を発生させた者）は、使用済燃料管理の全ての段階の間の相互関連、利用可能な選択肢、および国の使用済燃料管理全般にわたる方策を考慮して、使用済燃料の管理に関する全体的方策に関する責任を負うべきである。所有者は、利用可能な選択肢を分析し、選択した方策の理由に関する正当性を示すべきである。

3.28. 貯蔵施設の許可取得者の責任と使用済燃料所有者の責任との間の関係を明確に定め、合意し、文書化すべきである。

3.29. 使用済燃料所有権の変更に関する情報、または所有者と許可取得者との間の関係の変更に関する情報は、規制機関に提供されるべきである。

核物質の計量と管理

3.30. 運転機関は、核物質の計量と管理に関する国のシステム（SSAC）の一部として、核物質の計量と管理のためのシステムを確立し、維持し、運転する必要がある。さらに、不正な人の侵入を検知・阻止するとともに内外からの妨害破壊行為を防止するための物理的防護システムを、使用済燃料貯蔵施設の建設と運転の間に設計し、設置する。施設の安全に対するこれらのシステムと対策の関係を評価し、安全機能が損なわれることはなく、また全体的な安全レベルが著しく減じることがないことを確認すべきである。

緊急時準備

3.31. 運転機関は、事故の潜在的放射線影響について評価すべきである [20]。また、それに対応する有効な能力を確保する準備を行うべきである。予期される事象の影響に関するシナリオの作成（第5章参照）および、チェックリストおよび警報を受けるべき人と組織のリストを含め、各シナリオに対応するための手順の作成について考慮すべきである。

3.32. 緊急時対応手順は、文書化し、関係者が使えるようにし、常に最新のものにすべきである。訓練と演習の必要性を評価すべきである。そのような必要性がある場合には、定期的に演習を実施して、緊急時対応計画と職員の備えの程度を試すべきである。検査を定期的に実施して、緊急時に必要な装備と他の資源が利用可能で、正常に作動することを確かめるべきである。

4. マネジメントシステム

4.1. 運転機関は、マネジメントシステムを確立し、実施し、評価し、継続的に改善する必要がある[5]。また、安全に関わる使用済燃料貯蔵の全ての段階にこれを適用すべきである。マネジメントシステムは、運転機関の目標に沿い、その目標達成に寄与すべきである。マネジメントシステムの範囲には、使用済燃料貯蔵施設の立地、設計、建設、試運転、運転、廃止措置および長期管理を含むべきである。マネジメントシステムは、使用済燃料と使用済燃料貯蔵施設の安全が維持されるように、また、貯蔵期間の長さや再処理や処分などの引き続く管理段階を考慮して、使用済燃料の保有量に関する記録と付帯情報の品質が保たれるように、設計すべきである。また、マネジメントシステムは、その目標の達成を示すことができるようにする手だても含むべきである。

4.2. 使用済燃料貯蔵施設の寿命期間における各段階に対するマネジメントシステムについての要件は参考資料 [5] に記されている。

5. 安全評価

5.1. 提案された施設、プロセス、運転、活動などが安全に実施でき、安全に関する期待と要件の全てを満たすことができるか否かを判断するために、それを吟味する安全評価を、構造化され体系化された方法で実施すべきである [21]。安全評価は、貯蔵施設と使用済燃料（パッケージ化されているか否かを問わず）、およびそれらの安全上の特徴を対象とすべきである。安全評価はまた、規制要件への適合性を示すために必要な許認可文書への不可欠な入力ともなる [4]。

5.2. 基本的安全原則 [8]は、施設の寿命を通じての安全に対する第一の責任は運転機関にあると規定している。これには、原子力施設の安全確保とその実証に係る重要な側面として、安全評価によって施設の安全を確保し、立証する責任が含まれる。

5.3. 安全評価を実施する責任は運転機関にある。原子力、放射線、放射性廃棄物および輸送の安全に関する法的基盤および政府基盤についての安全要件刊行物 [12] では、安全評価とその関連安全報告書を審査・評価する補完的な責任を規制機関に課している。

5.4. また、国の法令で要求される場合には、建設、運転および廃止措置の予想される環境影響が適用規則に適合していることを立証するために、環境影響評価を実施すべきで

ある。運転経験が得られた後に廃止措置の予想される影響を再評価することが要求されることもある。

5.5. 安全評価を実施する必要性は、国のプログラムの要件と、安全評価が、作業者、公衆および環境の防護のために整備できる適切な対策を明らかにすることによって、安全に直接的に寄与することができるとの認識に基づいている。安全評価は、別個の活動としてよりは、提案された施設または活動の計画立案と設計に関連して行われるものである。安全評価の結果は、全ての要件に適合できるように、計画または設計に関する必要な変更を判断するために用いることができる。また、施設の設計、建設および運転に関する管理事項と制限事項を定めるためにも使われる。

5.6. 安全評価は、一般的に、使用済燃料貯蔵施設を安全に運転できるようにするために用いる反復プロセスである。安全評価を設計プロセスの早期に使って、使用規制機関が求める安全を達成するために設計案や運転手順書案に変更が必要となるような潜在的危険性とシナリオを特定すべきである。放射線の危険性を管理するためには、一般的に、主として運転手順書より設計機能に頼るべきである。

5.7. 安全評価に等級別アプローチをとる場合は、安全評価の範囲と詳しさおよびその補足の資料を、使用済燃料貯蔵施設に関連する潜在的危険性の性質と程度に応じたものにすべきである。

5.8. 使用済燃料貯蔵施設の設計および使用済燃料の健全性と安全に影響を与える可能性のある想定起因事象を特定すべきである。想定起因事象の主要な原因は、考えられる機器の故障と運転員の過誤または人為事象や自然事象（施設の内外の）である。想定起因事象の特定においては、共通リストを参照すべきである。サイト特有の環境条件や現象および施設の設計と運転もまた、安全評価で評価すべき想定起因事象の決定に影響を与えるので、共通リストのみに頼るべきではない。

5.9. 安全評価は、段階的アプローチに従ったレベルの詳細さで、貯蔵施設、使用済燃料およびそれらの関連する特徴を対象とすべきである。この点に関して、使用済燃料の種類、数量、初期濃縮度、燃焼度、燃料健全性と貯蔵モード（湿式または乾式）、および物理的・化学的な特性が、使用済燃料貯蔵施設の安全評価で使う必要がある基本的な要素である。

5.10. 使用済燃料貯蔵施設の安全評価は、施設の全予想運転期間を対象とすべきである。長期間の使用済燃料貯蔵に関しては、短期間の貯蔵に較べ、安全評価において可能性の低い事象を評価する必要がある。短期間の貯蔵では重要ではないプロセスが長

期貯蔵では重要になる可能性がある（ガスの発生、一般腐食、応力腐食、被覆材料の放射線や水素化物が誘発する脆化、および長期間にわたる核反応度の緩慢な増加の可能性など）。

5.11. 安全評価では、使用済燃料貯蔵施設の種々の段階（即ち、立地、設計、建設、試運転、運転および廃止措置）を考慮すべきである。安全評価は定期的に改訂すべきである（5.18項参照）。

5.12. 施設特有の安全評価には以下の点が含まれる。

(a) システム（許可の要件に基づく使用済燃料の最大保有量を含め）に関する説明、および適用規則・ガイダンスの仕様。

(b) 運転状態および事故条件ならびに外部事象（火災、取扱事故および地震状況の解析など）に関連する危険とシナリオの体系的な摘出。

(c) 発生の可能性または影響が小さな危険を除外するために、放射性物質の放出をもたらす可能性のある危険性とシナリオの組合せを選別するための危険とシナリオの評価。

(d) 危険評価において定量的解析およびその評価結果の規制上の限度との比較によって摘出された放射性物質放出事象の確率と影響の評価。

(e) 安全評価に基づき、運転制限値・条件および運営管理事項を決めること。必要に応じ、使用済燃料貯蔵施設の設計を変更し、安全評価を更新する。

(f) 施設の許認可の補足書類の作成過程で、安全解析と安全評価を文書化すること。

5.13. 安全評価では主要な危険を摘出して、必要な安全機能と安全システムを決めるとともに、安全評価に用いるパラメータのその重要度に相応した信頼度レベルを（感度解析などにより）決めることができるようにすべきである。

5.14. 安全評価では、運転状態および事故条件下における危険の評価を行うべきである。ここでは、サイト境界における線量および立入制限のない区域における潜在的被ばくの評価を行うべきである。通常運転時には、使用済燃料貯蔵施設は核反応度が急激に増加する要因がなく、それ自体では、放射性物質の放出を伴う急激な暴走のメカニズムはほとんど想定されない。

5.15. 適宜、使用済燃料貯蔵施設に関し、参考資料 [22] に記されたガイダンスに従い、許可された排出に制限を設けるべきである。

5.16. 使用済燃料貯蔵施設の定量的安全評価のためには、種々の手法を使用することができる（総合的安全解析および確率論的評価など）。サイト特有の情報は評価のための入力データとして不可欠である。

5.17. 初期の安全評価で限界性能目標に近いまたはこれを超える結果となった場合は、保有量を減らすか、安全システム・安全管理を追加するか、または使用した一般的データソースの適切性をさらに厳格に評価する必要がある。

5.18. 安全評価と実施するマネジメントシステムは、規制要件に基づいて定期的に見直すべきである。マネジメントシステムの見直しには、安全文化の面も含めるべきである。さらに、次の場合には見直し・更新を行うべきである。

(a) 安全に影響を与える設備または放射性核種の保有量に有意な変更があった場合。

(b) 産業開発や人口など、貯蔵施設に影響を与える可能性があるサイト特性に変化が生じた場合（6.17項参照）。

(c) 知見や理解に重大な変更が生じた場合（研究データまたは運転経験の反映などから）。

(d) 規制上の懸念または異常事象により新たな安全問題が生じた場合。

(e) 規制機関が指定する一定間隔ごとのレビューの際。加盟国のなかには、10年に一度以上と規定している国もある。

定期レビューとは別に、貯蔵条件に重大な予期しない逸脱が生じた場合（安全に関連する使用済燃料の特性が変化し、安全評価のベースにした特性から逸脱し始めた場合など）には、安全の再評価を行うべきである。

安全関連図書

5.19. 許可申請を補足するために作成する安全関連書類では、少なくとも、下記事項を扱うべきである。

(a) サイトの特性

(b) 安全上重要な機器等を含め、使用済燃料貯蔵施設およびその構造物、システムおよび機器に関する説明

(c) 貯蔵される使用済燃料の予想量と特性および関連する受入基準

(d) 破損燃料を入れたキャニスタを含む使用済燃料容器に関する受入基準

(e) 使用済燃料の取扱・貯蔵に係る活動およびその他の操作等に関する説明

(f) 運転制限条件の概要と技術的根拠

(g) 試運転プログラム

(h) 運転に係る組織上の管理

(i) 安全上重要な活動に関する手順書と運転マニュアル

(j) 運転制限条件

(k) 未臨界度の予想値、熱除去容量および使用済燃料貯蔵施設の境界内および境界上における放射線線量の計算値を含む安全報告書

(l) 監視プログラム

(m) 職員に対する訓練プログラム

(n) 保障措置面と安全の関係

(o) 放射性物質の物理的防護対策

(p) 緊急時準備及び対応計画

(q) マネジメントシステム

(r) 放射性廃棄物と廃止措置の管理に関する準備

6. 使用済燃料貯蔵に共通する安全上の考慮事項

共通事項

6.1. 種々の湿式および乾式使用済燃料貯蔵施設が稼働中または計画中である。使用済燃料は、本質的に下記の３種の異なるモードで貯蔵される。

(a) 原子炉サイトまたは原子炉から離れた専用施設のプール内湿式貯蔵：使用済燃料は標準ラックあるいは燃料集合体または燃料要素の間隔を小さくできるコンパクトラックに貯蔵される。

(b) 原子炉サイトまたは原子炉から離れた場所での容器（貯蔵・輸送の二重目的の場合が多い）内乾式貯蔵：容器が実質的なモジュールであり、このシステムは、貯蔵中の放射性物質の放出を防止するように設計された密閉型システムである。容器は、金属またはコンクリート製の本体、金属ライナまたは金属製キ

ャニスタと蓋から構成されており、その物理的バリアによって使用済燃料の遮蔽と閉じ込めの役割を果たす。通常、容器断面は円で、長手方向は垂直または水平である。燃料の位置は貯蔵バスケットで保たれ、このバスケットは容器の一部を構成することも、そうでないこともある。貯蔵燃料からの熱は熱伝導、輻射および強制または自然対流によって周辺環境に除去される。容器は建屋内に収められることも、戸外に貯蔵されることもある。

(c) 金庫型貯蔵施設での容器内乾式貯蔵：使用済燃料を貯蔵する貯蔵庫（ボールト）は大規模で放射線耐性を持った施設である。貯蔵庫は地上のことも地下のこともあり、内部に貯蔵キャビティを配列した鉄筋コンクリート製構造物である。使用済燃料は、放射性物質の容認できない放出を防止するために、適切な容器に入れられる。遮蔽は、貯蔵物の周りの構造物がその役を果たす。主要な熱除去は、キャビティ外側での空気の強制または自然対流による。この熱は、システムの設計により異なるが、直接または適切なフィルタを経由して外気に放出される。システムによっては、２次冷却回路を使用するものもある。しかし、自然対流を用いる場合には、それにかかる費用の削減やシステムの運転信頼性を高める観点から、ポンプや換気装置のような動的機器は最少限におさえられる。

6.2. 使用済燃料貯蔵施設は、燃料が再処理されるか処分施設で処分されるまでの間、使用済燃料を安全で安定かつ確実に貯蔵すべきである。設計上の特徴および施設の運転については、放射性核種を閉じ込め、参考資料 [9] の要件に従って、作業者、公衆および環境の放射線防護を最適化するとともに、使用済燃料の取り出しが可能なものとすべきである。

6.3. これらの目標を達成するために、使用済燃料貯蔵施設の設計に当たっては、燃料の未臨界性維持、使用済燃料の熱除去、閉じ込めの維持、放射線防護対策、施設の寿命期間にわたる燃料回収可能性などの安全機能を果たすような設計上の特徴を採用すべきである。このような設計上の特徴は、自然現象も考慮したうえで、全ての運転状態および事故条件下で安全機能を果たすべきである。

6.4. 使用済燃料貯蔵施設の設計は異なっても、それらは比較的単純で、望ましくは静的で固有安全性を持ったシステムから構成すべきである。それは、何10年という施設の寿命期間にわたり十分な安全性を確保するためである。使用済燃料貯蔵施設の寿命は、予想される貯蔵期間から見て適切なものとすべきである。また、付随する取扱・貯蔵操作が比較的単純になるような設計上の特徴を取り入れるべきである。

6.5. 貯蔵施設は、未臨界性管理、公衆および従業員の被ばく管理、熱除去、放射性物質の閉じ込め等の基本的な安全機能を満たす設計とすべきである。このような設計上の特徴には、以下のようなものがある。

(a) 使用済燃料からの熱除去システムは、使用済燃料自体が発生するエネルギー（自然対流など）で作動するものにすべきである。

(b) 閉じ込めを確実なものにするため、多重障壁の考え方を採用すべきである。

(c) 安全システムは、監視機能への依存度を極力小さくした状態で、安全機能を達成するように設計すべきである。

(d) 安全システムは、人の介入なしで機能するように設計すべきである。

(e) 貯蔵建屋（乾式貯蔵の場合は容器）は、発生が予想される危険時に耐えるものとすべきである。

(f) 事故対応のために接近性を確保すべきである。

(g) 使用済燃料貯蔵施設は使用済燃料の回収が可能なものにすべきである。

(h) 使用済燃料および貯蔵設備は、十分な耐劣化性を持つべきである。

(i) 貯蔵環境は、使用済燃料および貯蔵設備の特性維持に有利なものとすべきである。

(j) 使用済燃料貯蔵設備は検査ができるようにすべきである。

(k) 使用済燃料貯蔵容器は、検査または再作業のために取り出し可能なものとすべきである。

6.6. 使用済燃料の貯蔵に際しては、運営マネジメントシステム（第４章参照）に従って、種々の記録を収集・管理・維持する必要がある。記録の範囲と詳細は、使用済燃料貯蔵施設に付随する危険性と運転や活動の複雑さに依存する。

6.7. 個人の不法な立入や放射性物質の不法な持ち出しを防止するために、使用済燃料貯蔵施設ではセキュリティと立入制限が必要となる。

6.8. 当初の貯蔵期間を超えての貯蔵に関しては、貯蔵方針の再評価を促すべきである。この再評価には、使用済燃料貯蔵施設の原設計、運転、安全評価およびその他の安全面に係る再評価を含めるべきである。

6.9. 当初意図した期間を超えての貯蔵に関しては、使用済燃料の健全性を評価するために、試験、検査または評価が必要になる。新しい容器に入れる等の物理的な措置の必要性の前に、使用済燃料の健全性に関して起こりうる問題について考慮すべきである。場合によっては、貯蔵容器を換えるよりも使用済燃料をより堅固な貯蔵施設に移す方が適切な場合もある。

6.10. 長期貯蔵に関しては、貯蔵施設や貯蔵している使用済燃料が変わる可能性があり、その影響の緩和に考慮ついて考慮すべきである。貯蔵施設の変化は、例えば放射線や熱発生により引き起こされると考えられる。貯蔵している使用済燃料の変化には以下のようなものが考えられる。

(a) 化学反応および放射線分解によって起こる有毒ガスの発生（放射線分解による水素ガスの発生など）および過圧の進展

(b) 可燃性または腐食性物質の発生

(c) 金属の腐食

(d) 使用済燃料閉じ込めシステムの劣化

小さな影響が長期間にわたって蓄積する可能性があるため、長期貯蔵にはこのような考慮が特に重要である。長期間にわたるこのようなプロセスを解析的に評価する際には、パラメータとモデルの不確かさを考慮すべきである。

設計プロセス

6.11. 設計の過程では、適切な解析モデル、手順およびツールを用いると同時に、自然現象をも考慮して、全ての運転状態および事故条件を考えて適切に選んだ入力データと仮定を用いるべきである。運転状態および設計基準事故の結果の予測には、検証され妥当性が確認された数値解析法のみを用いるべきである。また、入力データとしては、現実的かつ保守的な値を選ぶべきである。可能な場合には、保守性を定量化すべきである。入力データ、解析または予測に伴う不確かさが避けられない場合には、そのような不確かさを補償するために適切な余裕を見込むべきであり、不確かさに対する解析結果の感度を評価すべきである。

6.12. 満足できる設計に至る全体プロセスの一環として、設計の進展およびそれを裏付ける理由を明確かつ適切に文書化し、将来参考のためにすぐ使えるように保管すべきである。このような図書は、使用済燃料貯蔵施設の建設、許認可、運転、そして最終的には廃止措置に関わる全ての者にとって役立つものであるが、その厳密な内容は施設固有の因子によって変わってくる。根拠となる図書には安全報告書 [4] も含めるべきである。

6.13. 安全報告書には、起こる可能性のある全ての危険とシナリオが設計段階で適切に解析され適切に扱われたことを示すべきである。安全報告書には、使われた性能評価モデルおよび手法ならびにそこから得られた結論について記載すべきである。それとともに、いかなる設計案についても、安全報告書には、使用済燃料貯蔵施設が、既存技術の範囲内で、設計仕様と規制当局の要求事項に従って、安全に建設・試験

運転・運転・廃止できることを示すべきである。

6.14. その後の段階における設計変更管理に関する手続も決めておくべきである。安全報告書の結果を反映して、そのような変更が必要になることもある。安全上重要な機器等（その構造物、システムおよび機器を含む）を摘出し、その相対的重要度に従って分類すべきである。

使用済燃料貯蔵施設の設計に関する考慮事項

立 地

6.15. 原子力施設の立地評価に関する安全要件 [23] およびそれに関連する原子力発電プラントの立地に関する安全ガイド [24 - 29] には、使用済燃料貯蔵施設の立地に係る段階的アプローチを適用できる基準と方法が記載されている。

6.16. 使用済燃料の貯蔵のためには、予想される量の燃料と全ての補助的な装置および施設を収めるために、十分に広い敷地を選定すべきである。また、予想される拡張にも備えておくべきである。

6.17. 使用済燃料貯蔵施設の設置候補地の選定は、適切な安全レビューおよび環境レビューに基づいて行うべきである。このレビューにおいては、地質、地耐力、地形、水理、水文、土地利用計画に関する立地特性のほか、接近性および自然現象（地震、洪水、風、雨、雪、氷、落雷など）と人為的な危険（航空機落下、爆発など）の両方の影響についての考慮もすべきである。立地選定の段階で核セキュリティおよび核物質防護の面に係る要件についても十分に考慮し、安全への関わりを評価しなければならない。

6.18. 使用済燃料貯蔵施設を既存の原子力施設（発電炉など）と同じサイト内に、またはそれに隣接して設置しようとする場合には、各々の原子力施設間の相互関係の結果として、元のサイト許可を変更する必要が生じることもある。新しい使用済燃料貯蔵施設が存在することで、以前に規制当局に提出された安全評価および環境影響解析が変わる可能性がある。サイト内で発生した飛来物（タービン発電機からのもの等）によって使用済燃料貯蔵施設が損傷を受けない保証もすべきである。

6.19. 最初に使用済燃料貯蔵施設の安全報告書を作成する際には、その一部として立地評価を実施すべきである。何らかのサイト作業を開始する前に、そのサイトについて適切な放射線モニタリングを実施して、サイトにおける施設の将来的影響を評価す

るための基準放射線レベルを決定すべきである。サイトにおける空中、水中、地中、植物相および動物相中の天然放射性核種および人工放射性核種を調査し、記録すべきである [2] 。

6.20. 一般に、使用済燃料貯蔵施設の安全システムおよび安全関連機器等は、サイト内の他の施設のものと共用すべきではない。特別な状況の下では、裏付けとなる安全評価に基づいて、その妥当性が十分に示された場合は、共用システムが許容されることもある。

6.21. 使用済燃料貯蔵施設では、以下の場合には、他の施設と設備（電気、水、通路など）を共用することができる。

(a) 設備の共用によっていずれの施設においても事故や誤作動の確率または潜在的影響に有意な増加がないことが安全評価によって示された場合

(b) 原子力施設および補助的な装置・施設に関連する相互関係の結果としての潜在的影響（サイト内で発生したミサイル、建屋の気流に対する影響など）に対して十分な検討がなされ、設計上の適切な余裕が考慮された場合

構造的な健全性

6.22. 安全システムおよび安全関連機器等が適切に機能するために、使用済燃料貯蔵施設の機器は、あらゆる運転状態および事故条件の下で構造的な健全性を維持すべきである。したがって、機器およびそれに関連するシステムの健全性が、構造評価によって示されるべきである。構造評価に際しては、関連する荷重条件（応力、温度、腐食環境、放射線レベル等）を考慮するとともに、クリープ、疲労、熱応力、腐食および材料特性の経時変化（コンクリートの収縮など）について考慮すべきである。

6.23. 使用済燃料、その未臨界性維持と熱除去に必要な幾何学的形状、および関連する閉じ込め設備のバリアの健全性が、施設の寿命期間にわたって維持されるとともに、適切な方法を用いて確認されるべきである。

6.24. 使用する数値解析手法については、検証・妥当性確認を行い、必要に応じてベンチマーク解析を行うべきである。特定条件下での許容応力は適用基準を満たすべきである。適用基準がない場合には、得られた応力レベルの妥当性を示すべきである。

6.25. 取扱装置が誤作動し、燃料要素または容器の遮蔽が不十分のまま、あるいは復旧できない状態のままになるあらゆる状況を考慮するように注意を払うべきである。使用済燃料貯蔵施設の中で容器が動かなくなる可能性についても考慮すべきである。遮蔽の問題に加えて、取扱装置およびシステムが、過剰な応力が加わって危険にさらされる可能性がある状況から回復できるか否かについて検討すべきである。

構造的および機械的荷重

6.26. 基本設計の妥当性を示すために、貯蔵施設設計の構造面および機械面の全てにわたり、十分に詳細な解説を整備すべきである。以下はその典型例である。

(a) 運転状況下および事故条件下での使用済燃料貯蔵施設の燃料、燃料貯蔵容器および種々の機器による荷重の決定

(b) 基礎の評価

(c) 使用済燃料貯蔵施設の安全システムに関する全面的な構造評価

(d) クレーン、移送車、防護建築物などの支持設備の評価

熱荷重および熱プロセス

6.27. 使用済燃料の崩壊熱を考えて、設計においては全ての熱応力および熱プロセスについて考慮すべきである。以下はその典型例である。

(a) 熱誘因応力

(b) 内部および外部で発生した圧力

(c) 熱除去に係る要件

(d) 蒸発/水補給に係る要件

(e) 未臨界性に対する温度の影響

時間依存の材料プロセス

6.28. 貯蔵施設の想定寿命は、腐食、クリープ、疲労、収縮、放射線による変化などの問題に関する決定因子となる。貯蔵施設の設計段階でこれらのプロセスの影響を考慮すべきである。

未臨界性

6.29. 使用済燃料貯蔵施設の設計すべてに係る基本的安全目標は、考えられるあらゆる状況の下で全システムの未臨界性を確保することでなければならない [2] 。

6.30. 使用済燃料の未臨界性は、数多くの設計因子と予防策により確保され、または影響される。使用済燃料貯蔵施設の物理的なレイアウトおよび配置は、幾何学的に安全な配置をすることで、あらゆる運転状態および事故条件の下でも未臨界性が維持されるように行われるべきである。

6.31. 幾何学的に安全な配置のみでは使用済燃料の未臨界性が維持できない場合には、固定式中性子吸収体や燃焼度クレジット（8.8 - 8.10項参照）のような追加的な手段を用いることができる。中性子吸収体を用いる場合には、運転状態および事故条件下

で吸収体が離れたり外れたりしないように適切な設計および製作を行うべきである。腐食は取扱の影響についても考慮すべきである。

6.32. すでにある使用済燃料集合体の燃料棒配置を臨界可能性が増すような方向で再配置する可能性のある内的・外的危険が発生すれば、未臨界性がそれによって影響を受ける可能性がある。運転状態および事故条件の下で、そのような異常な燃料配置をもたらす可能性のある事象のシーケンスについて評価を行うべきである。そのようなことがおきる確率およびその考えられる結果に関して、信頼できるデータと検証され妥当性が確認された方法を用いて評価を行うべきである。正当な理由があれば、あらゆる条件下で未臨界性が維持されるように、適切な緩和策を講じるべきである。

6.33. 運転状態および考えられる事故条件について、規制当局が認める実効中性子増倍率の十分な未臨界度余裕を維持すべきである。多くの加盟国では、計算とデータの不確かさを含めて、５％の余裕が用いられてきた。乾式使用済燃料貯蔵施設については、使用済燃料貯蔵場所が溢水した条件の下でも、最小余裕が確保されるべきである。必要な未臨界度余裕を実証する際には、燃料ピンの圧縮可能性についても考慮すべきである。

6.34. 増倍率を計算する最も適切な方法は、扱う状態（正常時または事故条件時等）だけでなく、原子炉の種類や使用済燃料の特性など多くの因子によって異なってくる。使用済酸化ウランおよび熱中性子炉から取り出したウラン燃料については、保守的に未臨界度（K_{eff}：実効中性子増倍率）を計算する最も簡単な方法は、下記事項を考慮して無限増倍率（K_{inf}）を計算することである。

(a) 燃料集合体内の（U-235の）初期濃縮度が一定でなければ、正確なモデルを使うべきである。あるいは、適当に燃料集合体の特性を把握するのであれば、最も高い濃縮度を使うべきである。

(b) 燃料集合体間で初期濃縮度が異なる場合は、中程度密度で使用済燃料貯蔵施設の設計は、一般的に濃縮度が最も高い集合体の値に基づくべきである。

(c) 燃料に関するデータに不確かな部分（設計、形状、核データ等）がある場合には、全ての未臨界計算に保守的な値を選んで使うべきである。必要ならば、感度解析を行って、そのような不確実さの影響を定量化すべきである。

(d) 何らかの想定起因事象によって起きる可能性がある燃料および貯蔵機器の幾何学的変形について考慮すべきである。

(e) 運転状態および事故条件に対して、適切に悲観的な減速を仮定すべきである。実際に考えられる水の密度全域にわたって臨界度を基準未満につることが肝

要である。核的反応度は、中程度の密度で最大になると考えられる。例えば、熱除去システムの故障でプールの水が沸騰し始めた場合や、容器の水が抜けつつある場合に最大になると考えられる。

(f) 事故条件については、二重偶発性原理を考慮したホウ素水溶液の限定的クレジットが許容できる。この原理を適用すれば、発生確率の低い二つの独立な事象が同時に起こることは必要な解析の範囲外となる。

(g) 中性子の減速と反射を考慮すべきである。乾式貯蔵状況では、溢水を仮定すべきである。

(h) 使用済燃料貯蔵施設の保有量としては、最大設計容量を仮定すべきである。

(i) 使用済燃料貯蔵施設の中性子吸収部材や機器については、それが固定されており、中性子吸収能力を確定することができ、いかなる想定起因事象によっても性能が低下しないことが実証されていない限り、それら部材や機器のクレジットをとるべきではない。

(j) 燃料集合体の中性子吸収特性に関する考慮は含めることができる。

(k) 可燃性吸収材の存在については、その妥当性を規制当局が認める場合を除いて、これを考慮に入れるべきではない。ここでは、燃焼度に伴い中性子吸収能力が減ることを考慮すべきである。

(l) 適切に妥当性を示すことにより燃焼度のクレジットをとる場合を除いて、全ての燃料は、核的な反応度が最大になるような燃焼度および濃縮度の値にあると仮定すべきである。このような妥当性は、核分裂性物質の含有量または減損レベルの計算値を直接または間接的に確認する適切な測定または評価によって示すことができる。

(m) 異なる貯蔵区域の間に中性子による結合がないという仮定を適切な計算によって示すべきである。

(n) 可燃性吸収材の効果を考慮する場合には、核的反応度が最も高い燃料を代表的燃料とすべきである。

6.35. 無限増倍率は、K_{eff} の保守的な推定値として用いることができる。

6.36. 他の種類の燃料の場合の未臨界度を計算するには、特別な配慮が必要となる。使用済燃料の組成は非常に多様であり、適切な保守的条件を決めることは容易ではない。例えば、高速炉からの使用済燃料は、初期濃縮度の新燃料よりも大きな中性子増倍特性を持っている場合がある。そのような場合には、最も濃縮度が高い燃料という仮定は保守的なものではなくなる。また、ウラン・トリウム混合酸化物燃料や研究炉の燃料は、考慮すべき特性が非常に複雑な場合がある。

熱除去

6.37. 使用済燃料貯蔵施設は、貯蔵する使用済燃料が初めてその施設に収納された時に、それを信頼度高く冷却する能力を持つ熱除去システムを備えるように設計すべきである。熱除去能力は、全ての使用済燃料（被覆管を含む）の温度が最高許容温度を超えないように設定すべきである。さらに、施設における他の安全関連機器の温度も、その最高許容温度を超えないようにすべきである。動的な熱除去システムは、あらゆる運転状態および事故条件に耐えるべきであり、決定論的な単一故障基準を満たすべきである。

6.38. 熱除去システムは、操業中に予期される最大量の使用済燃料から発生すると考えられる熱を十分に除去するように設計すべきである。必要な熱除去能力を決めるに当たっては、照射後冷却期間および貯蔵する燃料の燃焼度を考慮すべきである。熱除去システムは、長時間の間にシステムを劣化または損傷すると予想されるプロセスを考慮して、熱除去能力に付加的な余裕を持たせるように設計すべきである。また、熱除去システムの設計に当たっては、設備の最大熱容量についても考慮すべきである。

6.39. 貯蔵庫のようにモジュール型施設の場合には、使用済燃料に含まれる核分裂生成物の崩壊から発生する熱が時間とともに減少する事実を考慮することができる。例えば、初期には強制冷却を用いるが、その後は自然冷却で十分である。どの位の時間強制冷却が必要かを決めるためには、継続運転の可能性と故障した場合の潜在的影響を十分に考慮した解析を行うべきである。

6.40. 多重で多様な、あるいは多重または多様な熱除去システムが適切であると考えられるが、それは使用する貯蔵システムの種類および長期間のうちに燃料の過熱が起こる可能性に依存する。

6.41. 使用済燃料貯蔵施設の熱除去システムの設計に際しては、使用済燃料の取扱・移送時に燃料温度を許容制限値以下に維持するための適切な対策を講じるべきである。

放射性物質の閉じ込め

6.42. 使用済燃料貯蔵・取扱システムの設計に当たっては、放射性核種の環境への管理されない放出を防止するために、放射性物質の閉じ込めに関する十分で適切な対策を講じるべきである。使用済燃料の被覆管は、貯蔵中に著しい破損に至る劣化がないように防護すべきである。あるいは、貯蔵中の燃料被覆管の劣化が、通常運転中も事故時も後の回収時にも、安全上の問題を起こさないような方法で燃料を容器に収納すべきである。

6.43. 通常運転時および事故条件下で空気中の放射性粒子物質を捕集する必要がある場所については、換気・オフガスシステムを設けるべきである。施設の空気供給システムの設計に際しては、外部環境に使用済燃料の被覆管あるいは他の安全関連機器の健全性にとって有害となる可能性のある塩素や二酸化イオウなどのような腐食性ガスが存在する可能性を考慮すべきである。使用済燃料貯蔵閉じ込めシステムの全てには、安全な貯蔵条件を維持するために是正措置を講じる必要が生じた際に、それを判断するための監視装置を設けるべきである。

放射線防護

6.44. 使用済燃料貯蔵施設の設計では、参考資料 [9, 30] に記された要件と推奨事項に基づいて作業者、公衆および環境の放射線防護策を講じるべきである。

6.45. 湿式および乾式使用済燃料貯蔵施設の設計に当たって満たすべき放射線防護の要件は、原子力施設に対して共通に適用される要件と同じである。この要件の適用は、下記のようなものである。:

(a) 使用済燃料の取扱、貯蔵、検査および監視活動による作業者および公衆の放射線線量は、参考資料 [9] に記す関連制限値を超えるべきではない。

(b) 使用済燃料貯蔵施設は、それによる作業者および公衆に対する放射線線量が最適化されるように設計すべきである。

(c) 使用済燃料貯蔵施設は、考えられる被ばくの可能性と量が合理的に達成可能な限り低く保たれるように設計すべきである。

6.46. 貯蔵施設内の使用済燃料貯蔵システムの設計において上記の推奨事項を厳守するためには、以下が必要となる。

(a) 空気中の放射性物質の濃度とそれによる作業者および公衆の関連する被ばくを許容できるレベルに制限するために、必要に応じて、効率的で適切に分類され設計された空気フィルタ設備とその定期的な点検について設計で考慮すべきである。

(b) 放射性気体排出物の監視設備を設けるべきである。

(c) 使用済燃料貯蔵施設は、汚染が許容できないレベルまで増加することがないようにするとともに、もしそのような状況が起きた場合のための対策を備えるように設計すべきである。

(d) 使用済燃料および容器の取扱は、重要なパラメータ（温度、不純物の濃度、放射線の強度など）が管理されている環境の中で行うべきである。

(e) 使用済燃料および容器を取扱うまたは貯蔵する区域には、作業者の防護のために適切な放射線監視設備が備えられている。放射線監視設備は、参考資料 [9] の要件を満たすべきである。

6.47. 参考資料 [30] の要件を満たすために遮蔽を設けるべきである。これらの要件を満たすためには、下記事項を考慮すべきである。

(a) 遮蔽設計解析用のソースタームは、ガンマ線および中性子線の強度に関わる濃縮度・燃焼度・冷却時間、使用済燃料貯蔵施設の最大設計容量に相当する貯蔵量、ガンマ線および中性子線ソースに対する燃焼度軸方向分布の影響、燃料ではないハードウェアの放射化に関する境界条件を考慮したものにすべきである。

(b) 通常運転条件および事故条件に対する適切な遮蔽を設けるべきである。

(c) 遮蔽バリアの貫通部（冷却設備に関連した貫通部や、積込・積降用の貫通部など）は、局所的に高いガンマ線・中性子線場を避けるように設計すべきである。

(d) 使用済燃料の取扱装置は、最大量の使用済燃料を想定したものにすべきである。

(e) 取扱装置は、誤って十分遮蔽されていない場所に使用済燃料を置いたり載せたりすることを防ぐように設計すべきである。

(f) 放射化生成物堆積物の放射線影響を考慮すべきである。

構造およびレイアウト

6.48. 使用済燃料貯蔵施設のレイアウト設計の要点は以下のとおりである。

(a) 使用済燃料の取扱・貯蔵区域は、不法な立入や燃料の持ち出しの恐れがないようにすべきである。

(b) 貯蔵に用いる区域は、他の作業区域への接近経路の一部とすべきではない。

(c) 取扱のための運搬経路は、複雑または不必要な移動や取扱操作の必要性をなくすため、現実的にできるかぎり直接で短いものとすべきである。

(d) 重量物を貯蔵中の使用済燃料や安全上重要な機器等の上を移動させる必要性を、レイアウト面で極力小さくすべきである。

(e) 使用済燃料の取扱操作、使用済燃料の貯蔵、必要な従業員の立入の全てについて最適化が図られるようにレイアウトを行うべきである。

(f) 使用済燃料取扱装置および貯蔵容器の除染と適切な保守･補修ができるようにレイアウトを行うべきである。

(g) 使用済燃料の検査および使用済燃料取扱装置などの機器の検査・保守ができるようにスペースを確保すべきである。

(h) 使用済燃料の再回収や使用済燃料の容器封入または調整が必要となる可能性に関して、施設のレイアウト面で考慮すべきである。

(i) 使用済燃料や貯蔵容器の移動および異なる取扱装置間での使用済燃料や貯蔵容器の運搬ができるようにスペースを確保すべきである。

(j) 輸送/貯蔵容器を安全に取扱うためのスペースを確保すべきである。これは、別の容器詰め･取り出し区域を使うか、または使用済燃料貯蔵施設内に専用区域を設けることで達成できる。

(k) 貯蔵機器の補修や試験に必要な道具および装置の保管・使用のためのスペースを確保すべきである。他の放射能を帯びた部品を受け取るスペースも必要と考えられる。

(l) 閉じ込め対策に関する適切な計画および劣化燃料や損傷燃料の安全な貯蔵庫を設けるべきである。

(m) 施設は、緊急時に従業員が容易に退去できるようにレイアウトすべきである。

(n) 使用済燃料貯蔵施設の定期的な検査・保守を要する全ての部分にアクセスできるように施設を設計すべきである。

(o) 外部事象、すなわち地震、竜巻、洪水等を含めた想定起因事象が発生した後の安全な貯蔵条件を設計により確保すべきである。

(p) 未臨界度余裕を減らし、熱伝達を阻害し、貯蔵施設の腐食・劣化を増加させて検査や補修を妨げるような可能性がある水（雨水等）、無機溶液、有機物質などの浸入を防止するように、貫通部の設計を行うべきである。

(q) 重い使用済燃料容器を載せた輸送車両が移動または駐車できる床区域は、十分な床荷重余裕を持つように設計すべきである。このような区域には、低い床荷重で設計した床区域に過剰な荷重がかかることを防ぐため、明確な標識をつけるべきである。

材 料

6.49. 使用済燃料貯蔵施設の設計は、決められた操業寿命に基づいて行うべきである。この設計寿命は、日常的な検査、改造および部品の交換を考慮した寿命にすべきである。

6.50. 使用済燃料貯蔵施設の安全関連機器等および安全システムは、その設計寿命にわたって機能を保持できるように設計すべきである。これが不可能な部分については、設計においてそのような機器等の交換を考慮すべきである。

6.51. 構造材料および溶接方法は、一般に認められた規格・基準に基づいて選択すべきである。強い放射線場に曝される可能性がある材料については、それに対する放射線の蓄積効果の可能性について考慮すべきである。さらに、材料劣化に対する熱影響の可能性についても考慮すべきである。

6.52. 使用済燃料と直接に接触する構造物や機器を含む安全上重要な機器等は、使用済燃料と両立し得るべきであり、貯蔵中に使用済燃料の健全性を著しく損なう可能性がある物質で使用済燃料を汚染すべきではない。

6.53. 貯蔵環境の使用済燃料および安全上重要な機器等（すなわち構造物、システムおよび機器）に与える影響についてはきめ細かな考慮を払うべきである。特に、体積の増加と粒子の形成をもたらす照射UO_2のU_3O_8への酸化の可能性について考慮すべきである。さらに、貯蔵環境の変化（湿気-乾燥-湿気）がもたらす影響も評価すべきである。

6.54. 使用済燃料閉じ込め設備内外での腐食性薬品の影響（燃料被覆管、プール構造物、容器、シール、貯蔵庫の壁と天井などへの影響）について考慮すべきである。安全上重要な機器等は全て、故障した場合の放射線影響の大きさに応じて、設計寿命にわたり十分な信頼性を持つべきである。

6.55. 設計の際に決めたように、十分な信頼性を達成するためには、耐久性のある構造材料の使用、重要機器の多重性、補助機能（電源など）の信頼性の明確化、効果的な監視計画の採用、有効な保守プログラム（すなわち施設の通常運転を妨げないプログラム）が必要となる。

6.56. 構造物の材料は、表面の除染が容易なものにすべきである。あらゆる運転状態および事故条件に対して、除染物質と運転環境の両立性について考慮すべきである。

取 扱

6.57. 使用済燃料取扱・移送用の装置およびシステムには以下のものがある。

(a) 燃料取扱機

(b) 燃料移送装置

(c) 燃料吊り上げ具

(d) 燃料解体具

(e) 輸送容器に関わる全ての操作のための取扱具

(f) 劣化または損傷した燃料または容器を安全に扱うための設備

6.58. 取扱装置は、異常事態や事故の発生確率とその影響を最小化し、使用済燃料、使用済燃料集合体、および貯蔵または輸送容器の損傷の可能性を最小化するように設計すべきであり、下記の事項を考慮すべきである。

(a) 取扱装置には、使用済燃料集合体に損傷を与える可能性がある鋭いエッジやコーナーがないようにすべきである。

(b) 取扱装置は、不慮の離脱を防止するために、確実なラッチ機構を備えるべきである。

(c) 取扱装置は、特に、放射線防護の面と保守の容易さを考慮した設計にすべきである。

(d) 可動装置については、制限速度を決めるべきである。

(e) 取扱システムは、電源喪失時にも使用済燃料を落とさない設計にすべきである。単一故障の影響と、必要に応じて予備の積載物経路を考慮すべきである。

(f) 使用済燃料集合体をいつでも安全な場所に置けることが求められる場合には、非常時手動操作ができるように燃料取扱装置を設計すべきである。

(g) 取扱装置は、使用済燃料集合体にかかるいかなる力の強さと方向も許容限度内になるように設計すべきである。

(h) 取扱装置は、危険な操作または両立し得ない操作を防止するために、インターロックや物理的な制限装置を備えるべきである。そのようなインターロックや制限装置は、いくつかの条件の下での走行を防止すると同時に、燃料集合体や他の機器の吊り上げ過ぎ、偶発的な積載物の離脱、不適切な加力を防止するものにすべきである。

6.59. 燃料取扱の安全のために、運転要員が装置や機器の目に見えない状態についての情報を必要とすることが考えられる点に関しては、適切な場所に設置した指示装置や

それに代わる方法で、そのような情報を運転要員に効果的に伝える方策を考えた設計にすべきである。

6.60. 使用済燃料取扱装置の設計に当たっては、それに関連して可搬型の手動式または電動式用具の使用についても考えるべきである。ただし、そのような用具の使用計画が設計目標と矛盾せず、そのような使用が使用済燃料の取扱操作の安全性を損なわないことを前提とする。

6.61. 使用済燃料を使用済燃料貯蔵施設に移送する装置は、運転状態および事故条件に耐えうる設計とすべきである。移送装置は、不測の落下が発生した場合にも、閉じ込め設備や燃料容器の遮蔽が損なわれて作業者や公衆が許容できない放射線被ばくを受けることがないようにすべきである。さらに、不測の落下が発生した場合にも、燃料の回収が妨げられず、使用済燃料や使用済燃料貯蔵施設に著しい損傷を与えないようにすべきである。

燃料貯蔵施設の試運転

共通事項

6.62. 試運転では、使用済み燃料を安全に貯蔵するため設計上特別に考慮した設備が正常に機能することを実証するための作業を、順を追って実施する。それに加えて、運転手順の確認を行うとともに、使用済燃料貯蔵施設の運転のために要員の準備ができていることを実地に示す。これらの試験手順は、通常運転状態だけでなく事故時も対象としたものにすべきである。

6.63. 試運転に関しては、プロジェクトの早い段階でその必須要件として、試験の根拠を明確にしておくべきである。試運転の計画については、規制当局のレビューを受け、必要に応じて承認を得るべきである。試運転には通常様々なグループが関わるが、その責任分担を明確にしておくべきである。また、以下の事項についての手だてを講じておくべきである。

(a) 試験作業の仕様
(b) 図書の作成と承認
(c) 責任
(d) 試験に係る安全性
(e) 試験作業の管理
(f) 記録作成と試験結果のレビュー
(g) 規制対応

また、改造および再試験について下記事項を含む規定等を整えておくべきである。

(a) 規制要件

(b) 試運転の各段階を通じた工程

(c) 結果の報告と運転の許可

(d) 記録類の保管

6.64. モジュラー型貯蔵設備の場合は、最初の貯蔵モジュールの装荷をもって殆どの試運転が終了するが、試運転工程のなかには、新しいモジュールが使われるようになってから、通常の運転として行われるものもある。しかしながら、モジュールの設計変更次第では、新しい設計のもとで試運転項目のうちのいくつかを繰り返す必要が生じる場合もある。

6.65. 試運転の項目によっては、使用済燃料貯蔵施設が運転に入るまで続くものもあり得る。例えば、貯蔵プールの熱除去能力は、施設が使用済燃料を受け入れるまでは、適切な方法で試験・実証をすることができない。大規模な貯蔵施設のなかには、種々の設計の輸送容器や使用済燃料を扱っているものがある。新しい設計の容器や使用済燃料を始めて扱う場合には、試運転項目のいくつかを繰り返す必要が生じる場合もある。

試運転の段階

6.66. 通常、試運転はいくつかの段階に分けて行われる。

(a) 建設の完了

(b) 機器の試験

(c) 性能の実証

(d) 非アクティブ試運転

(e) アクティブ試運転

6.67. 建設完了の時点では、使用済燃料貯蔵施設について細かな物理的検査を行って、それが詳細設計どおりであることを確認するとともに、物理的な寸法や初期のバックグラウンド放射線の状況のような因子を決定すべきである。設計図面およびプロジェクト図書に照らして体系的なチェックを行い、施設の現況を明確にすべきである。このチェックは、プラントの運転に役立つ情報を得るだけでなく、将来的に改造を考えたり最終的には施設の廃止措置を考える際のためにも重要である。

6.68. 機器試験の段階では、使用済燃料貯蔵施設の機器およびシステムに通電し、各種の制御器、回転方向、流れの方向、電流、インターロックなどの試験を行うべきである。また、容器や使用済燃料集合体吊り上げ機の荷重試験などを実施するとともに、これら試験に際して機器が安全に制御されることを実証すべきである。場合によっては、機器相互間の物理的影響の制限についても実証すべきである。

6.69. 個々の機器の試験が終了した後の性能時化の段階では、一連の試験を行って、全ての機器が相互に安全に作動することを実証するとともに、使用済燃料貯蔵施設の運転に係る総体的な能力や収容力を実証すべきである。この段階では、安全および有効性という観点から全ての取扱説明書や手順書の適切性を示すべきである。この際、通常運転時に対してもまた予期される運転事象時に対しても、運転要員が十分に訓練されていることも実証すべきである。また、保守作業を安全かつ効果的に行う能力の実証も行うべきである。

6.70. 非アクティブ試運転段階では、特にプラントの安全運転に重要とされる機器および工程（通常は安全報告書に基づく）が意図したとおり機能することを正式に実証すべきである。使用済燃料貯蔵施設の運転を始める前に重要な安全設備の全てをチェックすることが強く奨められる。

6.71. アクティブ試運転段階は、使用済燃料貯蔵施設への放射性物質の持ち込みをもって始まる。放射性物質を持ち込む前に全ての試験を完了し、試験の結果に基づく改善を全て終了することが強く奨められる。こうすることで、施設の運転が効果的に始まり、この段階から、プラントの運転に関する関連安全要件が適用されるべきである。アクティブ試運転には、放射線防護のための設計基準が満たされていることを実証するための一連の試験が行われるべきである。

6.72. いかなる使用済燃料貯蔵施設に関しても、その運転を始めるに先立ち、運転機関は、安全な運転に必須である安全上重要な機器等に関する定期的な保守・検査・試験の計画を作成すべきである。この計画は、試運転の結果に基づき再評価する必要がある。含めるべき機器等（すなわち構造物、システムおよび機器）と、その各々についてどの位の周期で保守等を行うかに関しては、使用済燃料貯蔵施設に関する安全報告書が計画書作成の根拠となる。

6.73. 試運転が終了した時点で、試運転最終報告書を作成すべきである。この報告書では、全ての試験について詳述し、それが無事完了した証を付すべきである。この報告書は、規制当局に対して、それが求める要件が満たされたことを示す図書となり、引き続く使用済燃料貯蔵施設の全面運転に係る許認可の根拠となるものである。また、試運転の過程で実施されたプラントまたは工程に対する変更は全て、適切な方法で文書化すべきである。

運転制限条件

6.74. 運転制限条件は運転を許可する際の重要な根拠となる。したがって運転制限条件は、運転機関および運転要員に対して拘束力のある技術的および運営上の規定等に反映すべきである。使用済燃料貯蔵施設に係る運転制限条件は、法的および規制上の要件を満たす必要性に基づくものであり、これを設定し、規制当局と合意すべきである。運転機関は、承認された制限および条件の違反を防ぐために、運転制限条件に

定めた制限値よりも低い運転目標レベルを設定することができる（**3.17**項参照）。

6.75. 全ての運転が何らかの面で直接的または間接的に安全に関わり得る限り、運転制限条件は、施設における基本的な安全上の問題を管理・抑制することを目的とし、下記の事項を目指すべきである。

(a) 人（作業者および公衆）が計画外の放射線被ばくをする可能性のある状況を防止すること。および、

(b) そのような事態が発生した場合に、その事象の影響を緩和すること。

6.76. 使用済燃料貯蔵施設の運転に直接的な責任を持つ職員は、施設の運転制限条件が定めるところを確実に遵守するために、運転制限条件に精通しているべきである。また、運転要員が運転制限条件の遵守状況を明らかにできるように、承認された運営マネジメントシステムに従って体制・手順の整備をすべきである。

6.77. 使用済燃料貯蔵施設の運転制限条件は、以下に基づいて定めるべきである。

(a) 設計仕様および運転パラメータ

(b) 安全上重要な機器等の事象発生に対する寄与度と、機器等の故障、特定事象の発生または運転パラメータの変動に伴う事象の影響

(c) 安全に関わる運転パラメータを測定する計器類の精度と較正記録

(d) 安全上重要な機器等の技術仕様、および特定の故障等が発生または再発した場合にもこれらの機器等が確実に機能し続ける必要性に関する考慮

(e) 保守も含めた運転状態において安全上重要な機器等が安全確保のために利用可能であるための要件

(f) 予想可能な故障や事故に十分かつ適切に対応できるために利用可能であるべき機器の範囲

(g) 使用済燃料貯蔵施設を安全に運転するために、または停止する施設を静止した安定な状態に維持するために必要な最少要員数

6.78. 表１には使用済燃料貯蔵施設に必要と考えられる技術的な運転制限条件の例を示す。

6.79. 運転制限条件は、以下のように常に見直すべきものであり、場合によっては法的な要件を満たすために規制当局との合意に基づき変更する必要がある。

(a) 運転経験に照らしての見直し、

(b) 使用済燃料貯蔵施設の改造を受けての見直し、

(c) 必要な場合には使用済燃料貯蔵施設に関する安全報告書の定期的な見直しの一環としての見直し、

(d) 法的なまたは規制上の条件が変わった場合の見直し。

表１　使用済燃料貯蔵に係る運転制限条件の例

項　目	運転制限条件
未臨界性	使用済燃料の最大許容濃縮度 固定中性子吸収体中の最小許容中性子吸収材濃度（必要な場合） 使用済燃料の移動の制限および貯蔵形状に係る諸制限 減速材の使用制限 使用済燃料の指定最低燃焼度（該当する場合） 使用済燃料集合体の特性
放射線	使用済燃料の最高許容燃焼度 貯蔵プールの最低許容水位 放射線モニタ・警報・インターロックに係る具体的要件 原子炉から取り出した後の最短冷却期間 プール水中の最大放射性核種濃度 容器表面における最大放射線線量率
熱除去	冷却設備利用可能性の規定値および設備の最高・最低温度 原子炉から取り出した後の使用済燃料の最短冷却期間および使用済燃料の最高燃焼度 コンクリートおよび容器の最高表面温度
水質	使用済燃料の腐食を防止するための水質仕様および十分な清澄度を確保するとともに微生物の成長を防止するための貯蔵機器

運転手順書

6.80. 使用済燃料貯蔵施設のいかなる運転も、運転機関が作成し、承認を受け文書化された手順書に従ってなされるべきである。これらの図書は、使用済燃料貯蔵施設の設計責任を持つ組織との協力によって作成すべきである。しかしながら、手順書を確実に作成し、レビューし、承認し、発行する責任は運転機関にある。これらの手順書は、少なくとも、使用済燃料貯蔵施設の運転制限条件の遵守を確実にするものとすべきである。

6.81. 取扱説明書および手順書は、使用済燃料貯蔵施設の正常運転、予期される運転事象および設計基準事故時の条件に関して作成すべきである。取扱説明書および手順書は、責任者に指名された者が各々の措置を直ちに適切な順番で講じることができるように作成すべきである。運転上の理由で手順書を変更する必要が生じた場合のため、その承認に係る責任関係を明確に決めておくべきである。

6.82. 運転手順書のレビュー、他の施設をも含めた運転経験の体系的評価、および安全を阻害するような事態の防止・対策のための時宜を得た適切な是正措置の実施のために、十分な備えを講じるべきである。運転手順書に何らかの改訂を行った場合に、それを運転要員に伝える規定を作るべきである。改訂は、文書化された手順に従ってのみ行い、運転制限条件および安全上の制限値が満たされていることを確認したうえで、権限を持つ者がこれを承認すべきである。

6.83. 運転手順書には下記事項を定める章を設けるべきである。

(a) 表題（改訂番号・日にち・承認状況を含む）

(b) 手順書の目的

(c) 手順書の適用に先立って必要な初期条件

(d) 遵守すべき予防対策および制限

(e) 制御すべきパラメータ（水質など）に関する制限値および対策レベル、ならびにパラメータを正常域内に戻すための是正措置

(f) 詳細で一つ一つ順番を追った運転要領がわかる手順

(g) 措置の成功・不成功を判断するための合否基準（必要に応じ）

(h) 複雑な手順に関するチェックリスト（記載するかまたは引用する）

(i) 手順書作成に利用した参考資料

(j) 使用済燃料を納めた後の放射線線量レベルおよび熱除去性能を確かめるための試験

改 造

6.84. 使用済燃料貯蔵施設のいかなる機器、プロセスまたは図書の変更も、そのための手続を経て行うべきである。これらの手続は、その実施に先立って認定される必要がある。手続に際しては、安全上の重要性に従って変更の分類を行うべきである。個々の変更は、安全上の分類に応じて、様々な程度のレビューの対象となり、また、安全部門、プラント管理者および規制当局による承認の対象となる。

6.85. 全ての変更は適切に記録され文書化されるべきである。これらの文書は、その安全上の重要性に応じて、適宜改訂されなければならない。

保守、検査、試験

6.86. 運転機関は、安全な運転に必須である安全上重要な機器等の定期的な保守、検査および試験に関するプログラムを実施すべきである。このプログラムは、運転経験を反映して定期的に見直す必要がある。これらの活動は全て、書面の手順書に記載されるべきである。

6.87. これらの活動に関する基準および頻度は、信頼性および有効性のレベルを設計上の仮定および設計意図に合ったものに確実に保つことにより、使用済燃料貯蔵施設の寿命期間を通じて常に高いレベルの安全を維持するものであるべきである。

6.88. いかなる機器の信頼性および有効性も試験の頻度により有意な影響を受けないということも同様に重要である。試験の頻度によっては、初期摩耗や初期故障が生じたり、保守上の過失を引き起こすこともあるからである。

6.89. 使用済燃料貯蔵施設の保守、検査または試験が機器の停止中にしかできない場合には、停止間隔を最長運転期間以下にするように保守計画を定めるべきである。

6.90. 保守・検査・試験プログラムでは、規制上の要件だけではなく、運転制限条件の影響を受ける構造物・システム・機器についても考慮を払うべきである。

6.91. 保守・検査・試験プログラムの承認と実施およびそれらの活動に関する作業手順書と合否基準の承認には、適切な資格を持ち経験を積んだ運転要員を関与させるべきである。

6.92. 保守・検査・試験の記録を保管し、定期的に検討すべきである。そうすることにより、構造物・システム・機器が必要な信頼性を示しているか否か把握され、保守・検査・試験のプログラムを見直したり正当化したりする際の根拠が得られる。

6.93. 保守・検査・試験プログラムに含まれる構造物・システム・機器の例を表２に掲げる。

表２　保守・検査・試験用機器の例

項目	試験の性格および対象
揚重装置：クレーン、ラグ、吊りボルト、チェーン、ケーブル、運搬装置およびヨーク	ブレーキ設備、インターロック、機械的健全性、荷重試験
貯蔵施設構造物またはモジュール	熱除去能力を損なう可能性のある構造健全性、植物の蓄積、降雪、その他の影響 漏洩検知・監視 貯蔵施設構造物および工具等の腐食の検知
浄化、熱除去用のループ機器および輸送容器内部用モニタ	耐過圧自在管 例えば以下に関する較正 - 温度計および圧力計 - 容器の測定に必要な放射線モニタ装置（^{85}Kr、^{134}Cs、^{137}Csのような特定の放射性核種の測定に用いる機器） - 流量率測定
容器に装着される特殊弁装置	シールと弁の機械的保守、性能、試験
燃料取扱用つかみ具	つかみ具が燃料をつかむ能力の機械的確認およびロッキング機構の機能性 つかみ具の機械的県税性の確認
放射線モニタ装置	固定または可動式装置の較正と機能試験
貯蔵ラック	中性子吸収材の適切性確認（必要に応じ） 容器、バスケットおよびラックの機械的摩耗の検査
ビデオカメラ	カメラの機能性確認
セキュリティ	敷地境界フェンス・ゲートの機能性確認

使用済燃料の特性評価と受入

6.94. 関連する全ての運転制限条件および回収を含めた将来的な再処理または処分の要件を考慮して、使用済燃料貯蔵施設と使用済燃料に関する受入基準を作るべきである。受入基準を満たさない使用済燃料に関する安全の扱い方（改善措置の実施または荷主への返還など）について、不測時対応計画を整備すべきである。

6.95. 使用済燃料貯蔵施設の運転機関は、貯蔵するために受け入れる使用済燃料の特性と設計・構造に関する詳細な情報を受け取るべきである。この情報は、使用済燃料を発生させる原子力施設（すなわち発電プラントまたは研究炉）によって提供されるべきである。提供すべき情報は最低限下記の情報である。

(a) 燃料設計（比例尺図面を含む）

(b) 燃料の構造材、初期に含まれていた核分裂性物質の量を含む放射性核種の含有量、燃焼度、冷却時間

(c) 燃料の識別番号（燃料集合体の製造番号等）

(d) 燃料の履歴（燃焼度、照射中の原子炉出力定格、残留熱、原子炉装荷・取出日付など）

(e) 燃料の取扱または貯蔵に影響を与える状況の詳細（被覆管の損傷または構造的損傷など）

(f) 使用済燃料貯蔵施設で受け取った際に燃料を正しく扱えることの確認

(g) 貯蔵に関する特別な指示（劣化または損傷した燃料など）

6.96. 使用済燃料容器は、受入れに当たって、ガンマ線・中性子線放射線レベル、漏洩、表面汚染をチェックして、それらが関連図書の記載のとおりであることを確認すべきである。また、正式の運営マネジメントシステムに従って、使用済燃料の特性（プロセス管理、プロセス監視を含む）の把握を行うべきである。

6.97. さらに、荷主は、使用済燃料貯蔵施設の運転機関に対して、燃料輸送容器に関する情報も伝えなければならない。これには以下の情報を含めるべきである。

(a) 容器の型式とその設計および容器内の燃料･内部機器の配置に関する適切な情報

(b) 出荷に先立って行った容器の放射線サーベイのデータ

(c) 容器の識別番号（製造番号等）および現行の輸送規則に則っていることの証明

(d) 容器の取扱・密閉に係る要件および手順書

(e) 最近の容器検査の結果

6.98. 容器を取り扱う際には、安全確保のために下記の作業を考えるべきである。

(a) 容器に使用済燃料を装荷する前：必要な書類のチェック

(b) 容器への装荷および容器からの取出しの際（湿式および乾式両条件とも）：必要に応じて、蓋を開ける前に内部ガスの試料採取、使用済燃料の検査

(c) 容器を空にした後：必要な場合には除染、決められた容器保守・検認作業

6.99. 使用済燃料の貯蔵が長期にわたると予想される場合には、必要に応じて、燃料の核的反応度の増加を評価し、それを考慮すべきである。この場合、適切に大きな安全余裕または安全対策の追加を施すこともありうる。

燃料の健全性

6.100. 使用済燃料の健全性は、下記のような原因で劣化する可能性がある。

(a) 不十分な溶接または端栓の漏洩に起因する製造上の欠陥

(b) 水素との反応または高度の照射による被覆材料の脆化

(c) 冷却水の化学成分が不適切なための被覆管の一般腐食

(d) 応力腐食や取扱事故などの結果としての機械的損傷

(e) 設計寿命を超える貯蔵

6.101. 使用済燃料の被覆管の健全性が失われると、貯蔵施設の環境に放射性物質が放出される可能性がある。そのような燃料は劣化燃料または損傷燃料と呼ばれる。

6.102. 健全性が低下した使用済燃料は、通常、貯蔵施設の環境に質を維持するため、または許認可要件を満足するために、密封容器に収納すべきである。

6.103. 機械的な事象の結果として損傷を受けた使用済燃料集合体は、健全な燃料とは別に保管し、外部容器の損傷を検知するために適切な監視を行うべきである。通常の方法では取り出すことができない使用済燃料または容易に輸送することができない使用済燃料の扱い方に関する不測時対応策を考慮すべきである。

貯蔵後の輸送

6.104. 何10年も貯蔵した後には、輸送に先立って、使用済燃料と貯蔵/輸送容器の健全性を検査しなければならない。下記の事項についてチェックを行うべきである。

(a) 記録類の確実な保管に係る所有・責任関係

(b) 検査・点検体制

(c) 貯蔵環境の管理

(d) 取扱装置の定期検査などの産業保安に係る事項

(e) 使用済燃料自体、使用済燃料支持構造物、中性子遮蔽材の何らかの劣化のような核的安全に係る事項

6.105. 貯蔵/輸送容器の安全機能を定期的に評価し、現行の安全基準および認可要件ならびに輸送許可条件に対する適合性を実証すべきである。容器の劣化を防止すべきであり、下記の点に考慮を払うべきである。

(a) 封じ込め設備：使用済燃料、燃料支持構造物

(b) 閉じ込め設備：金属製シールおよび蓋ボルト等の保持装置

(c) パッケージング部品：腐食の影響、放射線の影響等

(d) 緩衝装置：付属品と性能の両立性

(e) 遮蔽材：密度および組成の変化等

6.106. 輸送/貯蔵容器を長期間貯蔵する間には、輸送規則が変わる可能性もある。このような可能性に対応する規制上の枠組を整備すべきであり、参考資料 [15] に定める経過措置の考え方について考慮すべきである。

運転に係る事項

6.107. 燃料取扱・貯蔵設備（場合によっては容器封入設備や調整設備も含む）の設計は、通常状態および事故状況において安全な運転を確保できるものとすべきである。したがって、設計段階で、その後の運転手順の作成を容易にするために、運転安全に欠かせない仮定条件を文書化しておくべきである。使用済燃料貯蔵施設の運転安全に関わるそのような仮定条件および結論については、適切な手法を用いた詳細な解析を行って、その正当性を確認しておくべきである。

6.108. 運転に係る安全を確保するために、使用済燃料取扱・貯蔵設備には下記の方策等を組み込むべきである。

(a) 通常運転時および事故状況下での放射性物質の放出と作業者および公衆の放射線被ばくを、参考資料 [9] が求める線量抑制の考え方に従って抑制する方策（作業者被ばくの低減のための放射線区域での遠隔技術の利用に特に注目）

(b) 予期される運転事象および設計基準事故のシビアアクシデント状況への進展を抑制する方策

(c) 重要な装置（特に安全上重要な機器等）の運転および保守を容易にする対策

(d) 設備面および手順面で、使用済燃料を貯蔵設備から容易に取り出せるようにする対策

6.109. 運転機関は、未臨界の維持に関わる運転手順書については、必ず厳しいレビューが行われ、設計、安全解析、安全評価および安全報告書が求める安全要件と比較されるようにすべきである。これには規制当局による確認解析と審査が含まれることもある。この審査においては以下のような事項が考慮される。

(a) 使用済燃料の種類

(b) 使用済燃料の安全な幾何形状

(c) 使用済燃料の取扱捜査

(d) 異常な捜査の可能性

(e) 使用済燃料のパラメータの確認（初期濃縮度、最終濃縮度、燃焼度など）

(f) 中性子吸収材への依存度

6.110. 数多くの発生元からの使用済燃料を受け入れる施設については、使用済燃料貯蔵施設を運転する組織は、使用済燃料の取扱・貯蔵に際して未臨界条件が保持されていることを運転する組織が示すことができるような使用済燃料パラメータに関する情報が明確に理解できる形で各発生元から確実に得られるようにすべきである。また、運転機関は、提供されたデータが承認された運営マネジメントシステムに沿った適切なものであることを確実にすべきである。

6.111. 閉じ込め機能が失われると、作業者の放射線被ばくと同時に環境への放射性核種の放出をもたらす可能性がある。運転機関およびその職員は、閉じ込め機能の喪失メカニズムについて理解し、それを適宜運転手順に記載すべきである。

6.112. 被覆管が破損すると、長期間冷却した使用済燃料の被覆管破損時に検出される特徴的な核分裂生成物である ^{85}Kr、^{134}Cs、^{137}Cs 等の同位体が放出される可能性がある。使用済燃料および使用済燃料被覆管が高温にさらされ、また、使用済燃料のまわりの媒体が被覆管の腐食を促進する場合には、被覆管の破損はさらに起こりやすくなる。運転機関は、そのような条件の発生を知らせるために、施設内の環境条件（プール水の組成または貯蔵区域の雰囲気、使用済燃料被覆管上の湿分または水分など）が適切に監視されるようにすべきである。劣化燃料および破損燃料を検知し扱う手順を整備すべきである。

6.113. さらに、運転機関は、被覆管の破損した使用済燃料の受入、取扱および貯蔵に関する手順書を整備するか、またはそのような燃料を使用済燃料貯蔵施設に受け

入れないようにすべきである。受け入れる場合には、閉じ込めに関して考慮するだけでなく、臨界性に関する問題を十分に評価し、必要に応じて特別な手順書を適用すべきである。

6.114.使用済燃料貯蔵閉じ込め設備（貯蔵容器やキャニスタの蓋シール、換気・フィルタ設備など）に関する運転手順書を整備して、監視機能を持たせるべきである。この監視機能は、運転機関が安全な貯蔵条件を維持するために改善策が必要となる状況を見極めることができるようなものにすべきである。

6.115. 使用済燃料が持つ残留熱の量は、燃料の種類、照射または燃焼度の程度、原子炉から取り出した後の経過時間など、多くの因子に依存している。湿式または乾式貯蔵設備は、使用済燃料貯蔵施設の供用期間にわたって、課された制限の範囲内で運転すべきである。

6.116. 運転機関は、容器または蓋、使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラックのような種々の落下荷重を考慮すべきである。

6.117. 移送中に使用済燃料が容器から貯蔵ラック上に（あるいは乾式貯蔵で容器をラックに装荷する場合は逆に）落下すると下記の状況が発生する可能性がある。

(a) 漏洩を起こしてプールを核分裂生成物で汚染するような燃料被覆管の部分的損傷

(b) その後の使用済燃料取扱を困難にするような使用済燃料の変形（曲がりなど）または損傷

(c) 新燃料または燃焼度が低い使用済燃料がバスケットや貯蔵ラック内の他の使用済燃料のそばに落下した場合には、臨界事故の発生可能性の増大

(d) 核分裂生成物の放出による従業員放射線被ばく

6.118. 上記のように発生の可能性が考えられる事象の全てに対処できるよう、操作手順書を整備・承認すべきである。すべての場合について、手順書は、状況の速やかな評価とそれに続く時宜を得た復旧措置を求めるものにすべきである。

6.119. 承認された手順に基く操作と保守に関する運営マネジメントシステム（第４章も参照のこと）によって、下記事項を確実に実施すべきである。

(a) 容器吊り上げ用付属装置および吊り具（スリング、ビーム、クレーン、フック等）の保守および検査

(b) 使用済燃料貯蔵施設のクレーンおよび使用済燃料つかみ具の保守

(c)クレーンや他の付属設備の定期的な荷重試験

6.120. 上記のほかにも安全上考慮すべき事項があるが、その多くは、予期される運転事象かまたは設計基準事故である。しかしながら、これらの事象の中には、設計基準を超えたシビアアクシデントとみなすことができるものもある。そのような事故が起こる可能性は極めて低いが、運転機関としては、運転手順や不測事態計画の策定に当たってはこのような事象を考慮すべきである。このような事象の例としては下記のものがある。

(a) プールの外側で水を満たされて燃料を入れた容器を吊ったクレーンが故障した場合

(b) 電源設備、プロセス水設備、圧縮空気設備、換気設備のような安全に関わるプランとプロセス系統の喪失

(c) 放射線分解で生じたガスの蓄積による爆発

(d)安全上重要な機器等の損傷につながる火災（火災のリスクを低減するためには、可燃性の物質や廃棄物の蓄積および引火性物質の量を制限すべきである）

(e) 運転特性を変えたり、プールまたは容器の熱除去設備を損なうような極端な気象条件

(f) 地震や竜巻のようなその他の自然事象

(g) 外部人為事象（航空機落下、サボタージュ等）

(h) 物理的防護設備の損傷

化学物質の誤使用（イオン交換樹脂再生用の酸液またはアルカリ液のプール水への不測の注入など）の可能性についても考慮すべきである。

6.121. 上に述べたように要領書や不測時手順を整備することに加え、運転機関は、参考資料 [20] に従って緊急時計画も作成すべきである。

6.122. 第４章 [5] で述べた運営マネジメントシステムの要件に従って、貯蔵施設の運転データを収集・保管すべきである。

保守、検査、試験

6.123. 安全上重要な機器等（構造物、システムおよび機器）の保守・検査・試験プログラムは、使用済燃料貯蔵施設の運転の一部とすべきである。定期的な保守・検査・試験を要する全ての構造物、システム、区域、機器への接近は、安全に行えるように

すべきである。そのような接近性は、全ての道具および装置を安全に操作するため、また予備品の据付のために十分にすべきである。

6.124. 使用済燃料貯蔵施設の運転中は、監視が不要であることを示す特別な理由がないかぎり、使用済燃料の健全性を監視すべきである。使用済燃料を密封容器に貯蔵する場合には、保障措置上の監視手段または関連する密封操作を確認する手段が設けられる。そのような手段により使用済燃料の健全性が損なわれるべきではない。

6.125. ホットセルがある場合には、ホットセル機器の保守に係る規定を設けるべきである。この保守作業は、セル内で行おうとセル外で行おうと自由である。

補助システム

6.126. 使用済燃料貯蔵施設の運転と安全を確かなものにするためには、多くの補助システムが必要になる。

6.127. 使用済燃料貯蔵施設において通常電源の喪失が安全な状態に悪影響を与える可能性がある場合には、非常用電源の作動を確保すべきである。

6.128. 使用済燃料貯蔵の安全性がユーティリティ（圧縮空気や水など）の供給に依存する場合には、信頼性のある適切な供給源を確保すべきである。

換気システム

6.129. 換気システムは、放射性核種の放出可能性を抑制するような方法で運転すべきである。

6.130. 換気システムは、可燃性ガスや爆発性ガス（放射線分解で発生するH_2 等）の蓄積を抑制するような方法で運転すべきである。外部から有害ガスを引き込む可能性についても考慮すべきである。

6.131. 換気システムは、参考資料 [30] の勧告事項を満たすべきである。換気システムの運転により防火要件を阻害すべきではない。

通信手段

6.132. 使用済燃料貯蔵施設の運転および緊急時に係る要件を満たすために、設計により適切な通信手段を設けるべきである。

計測制御

6.133. 制御機能と保護機能は、可能な限り相互に独立しているべきである。それが実現困難である場合には、システムの共用と相互関連について妥当性を詳細に説明すべきである。運転要員に対する警報と指示の運用に当たっては、人間工学的要素を採用すべきである。制御とモニタリングの設備は、使用用途に合わせて構成すべきである。

防 火

6.134. 燃料取扱区域や貯蔵区域における作業は、参考資料 [31] の防火勧告に従って実施されるべきである。防火対策は、安全上重要な機器等、使用済燃料貯蔵区域、使用済燃料取扱システム、および、補助システム等の火災による災害リスクを抑制するように使われるべきである。

6.135. 適切な能力と機能を有する防火システムを準備すべきである。

6.136. 防火対策には、燃料を取扱い貯蔵する区域における可燃物の制限と管理を考慮すべきである（具体的には、可燃性パッキング材、可燃性物質を含む配管システムなど）。使用済燃料貯蔵区域については、不測の臨界を引き起こす可能性のない消火法を用いるべきである。

放射性廃棄物管理

6.137. このシステムは、以下のように運用されるべきである。

(a) 放射性廃棄物の発生の可能性を最小にすること

(b) 放射性廃棄物の取扱いにおいては、安全かつ適切な手段を講じること。

6.138. そのような廃棄物の処理方法は、廃棄物受入施設の要件と両立すべきである。

照 明

6.139. 使用済燃料貯蔵区域の作業や検査、および／または物理的防護のため、適切かつ信頼性のある照明設備を設けるべきである。

6.140. プール内湿式貯蔵については、プール区域には、作業区域近辺における水中照明、および水中照明具の交換用設備を含め、必要な照明設備が設けられるべきである。

6.141. 水中照明に使用される材料は、環境と両立すべきであり、また、特に、許容できない腐食やプール水の汚染等を引き起こすべきではない。

エリアモニタリングおよび作業者のモニタリング

6.142. エリアモニタリングとしては、放射線線量率、浮遊放射性核種、および表面汚染の測定が考えられる。管理区域内には、放射線線量率に関する情報を提供するために、現場の警報と明瞭な指示機能を持った固定式の連続運転測定機器を設置すべきである。そのような機器は、全て、予期される放射線レベルの範囲を十分カバーできるものであるべきである。

6.143. 使用済燃料貯蔵区域内のモニタリングのために、携帯用または移動可能な線量率計を備えるべきである。作業者が外部汚染する確率の高い現場の出口には、固定式または携帯用の汚染検出器が備えられるべきである。エリアモニタおよび作業者モニタリング機器は、固定式か携帯かを問わず、適正な基準を満たしているべきである。

6.144. 作業者、設備、および機器用の除染設備は、使用可能な状態であるべきである。

運転経験

6.145. 当該施設における運転経験、および類似施設から報告された運転経験と事象を体系的な方法で集積、選別、分析すべきである。そこから得られた結論は、適切なフィードバック手順によって実施されるべきである。

使用済燃料の取出し

6.146. 貯蔵施設は、予定貯蔵期間が終了した時、および、貯蔵施設が寿命期限に到った時に、使用済燃料の回収ができるように運用されるべきである。いかなる場合においても、回収した使用済燃料の送り先が確保されているべきである。

6.147. 使用済燃料が通常の運転手順で貯蔵場所から取り出せない場にも使用済燃料を安全に取り出せるように、特別な運用手順を策定すべきである。

6.148. 使用済燃料貯蔵施設は、全ての使用済燃料が取り出されるまでは、運転中の施設と見なすべきである。

長期間の貯蔵

6.149. 運転機関が、長期貯蔵の影響によって生じる可能性のある困難を解決するために、専門的知識を持っていることが必須である。

6.150. 長期貯蔵は、不定期、または恒久的な貯蔵ではなく、限定された期間中の貯蔵と解すべきである。恒久的貯蔵は、放射性廃棄物や使用済燃料の管理の持続可能な解決策とは考えられない。

6.151. 3.36 項の基本的安全原則 [8] は、“ 放射性廃棄物は、将来の世代に不当な負担を課さないような方法で管理されなければならない ” ことを要求している。“ 不当な負担 ” の内容は、国内状況に大きく依存する。長期貯蔵が何世代にもわたることが予想される場合には、以下の点を確実に考慮すべきである。

(a) 当該貯蔵期間中に廃棄物を確実に安全管理するために必要な適正な財源

(b) 規制管理の維持

(c) 知識および技術的能力の継承と維持

(d) 原子力発電が存在しなくなった後における継続的な専門家の教育

6.152. 使用済燃料貯蔵施設の安全な運転は、その寿命期間にわたって確保すべきである。この期間は、一般的に、事業会社の予想平均寿命より長く、したがって、その会社が数十年後に消滅するような場合には、その所有権の国家機関への引渡しを考慮すべきである。

6.153. 使用済燃料の貯蔵に関しては、許認可手続に先立って、安全評価と環境評価を行うべきである。長期貯蔵に関しては、燃料容器の劣化の可能性などのために、セーフティケースの再評価が必要になることもある。規制当局は、使用済燃料貯蔵施設の運転許可期間を決定する際に、そのような故障のシナリオを考慮すべきである。

6.154. モニタリングプログラムは、初期段階のあらゆる欠陥を検出できるように策定すべきである。このモニタリングプログラムには、監視すべきパラメータ、モニタリングの頻度、措置を講じるための参考レベル、ならびに、取るべき特定措置が規定されているべきである。モニタリングの代表的パラメータには、放射線レベル、漏洩燃料や燃料の腐食／劣化に関する検査方法等がある。

6.155. 貯蔵時間は一世代以上に及ぶ可能性があるため、情報の次世代への継承が重要である。それゆえ、全ての関連情報について、正確な記録が保持されるべきである。記録すべき事項は、使用済燃料貯蔵施設そのもの、貯蔵された使用済燃料、モニタリング結果や計画外事象の記録等の裏付けデータに関する最新の情報等である。

6.156. これらの記録は、複製して、別の場所に貯蔵すべきである。そうすることにより、情報が、予想される貯蔵期間中、およびその後においても、アクセス可能な媒体に確実に保管されるようにすべきである。

6.157. 被覆材、ガスケット、または、その他使用済燃料を確実に閉じ込めるための関連材料が長期にわたって照射されると、安全機能の劣化をもたらす可能性がある。経年化管理プログラムは、経年劣化に対処するように策定されるべきである。このプログラムにおいては、あらゆる欠陥の早期検出を目的としたモニタリング要件を規定すべきである。

6.158. 研究開発から得られた新しい知見に基づく変更を取り込むメカニズムを、特に長期貯蔵による材料の経年変化や劣化に関して、確立すべきである。

6.159. 予期される貯蔵期間が長くなるほど、安全パラメータに関する仮定の不確かさも大きくなる。 科学的根拠に基づく規制上の決定を行うためには、これら不確かさの幅を減らすことを目的とした研究開発プロジェクトを実施すべきである。例えば、使用済燃料の貯蔵に使用する材料に関する加速照射実験や意図的に腐食性の媒体を用いた長時間の密封試験を行うことで、経年化に対する感受性についての有益な情報が得られる可能性がある。

使用済燃料貯蔵施設の廃止措置

6.160. 原子力施設の廃止措置には、以下の事項が含まれる。

(a) 廃止措置計画の作成と承認

(b) 実際の廃止措置作業

(c) 廃止措置作業から出る廃棄物の管理

6.161. 初期の廃止措置計画は、使用済燃料貯蔵施設の設計時に作成されるべきである。

6.162. 使用済燃料貯蔵施設の運転期間中に、初期の廃止措置計画を定期的にレビュー・更新し、以下の点についてより充実したものにすべきである。

(a) 廃止措置における技術的発展

(b) 異常事象発生の可能性

(c) 廃止措置計画に影響を与えるシステムや構造の改造

(d) 規則の改定および政策の変更

(e) 費用の算定や財政上の措置

6.163. 使用済燃料貯蔵施設が二つ以上あるサイトに関しては、個々の施設の計画策定低において、施設間の相互関係が考慮されるように、サイト全体に係わる総合廃止措置プログラムを作成すべきである [32]。

6.164. 大部分の残存プロセス物質が除去されても、かなりの放射能汚染が残る可能性がある。モニタリングとサーベイランスの要件を減らすために、この物質を迅速に除去すべきである。廃止措置に関するその他の措置は、この物質の除去と並行して実施してもよいが、干渉の可能性に関する検証・評価が必要である。

6.165. 解体と除染の技術としては、廃棄物の発生や浮遊汚染物質を最少化する技術を選択すべきである。

6.166. サイトを、例えば無制限な使用のために、解放する前には、モニタリングを実施すべきであり、必要な場合には、清浄化すべきである。規制当局が設定した最終状態が満たされたことを実証するために、最終サーベイを行うべきである。

7. 乾式および湿式使用済燃料貯蔵に特有な安全上の考慮事項

7.1. 第 6 章に記す使用済燃料貯蔵施設の設計と運転に関する一般的な考慮に加えて、湿式および乾式貯蔵施設の設計と運転に関して考慮すべき特有の特性がある。これには、設計パラメータを湿式および乾式貯蔵施設に特有な許容制限値以内に維持し、規制要件を満足する特別な特性が含まれる。

湿式貯蔵施設に特有な設計上の考慮事項

未臨界性

7.2. 安全評価において異常な運転条件下でのプール水の沸騰を考慮し、それを許容している施設に関しては、そのような条件下での水減速材の密度の変化に関する設計評価に際して、特別な余裕を見込むべきである。

7.3. 異常な運転条件下においてプール水の沸騰が許容されている施設については、そのような状態における水減速材の密度の変化に関する設計評価に際し、特別な余裕を見込むべきである。

熱除去

7.4. 湿式使用済燃料貯蔵施設の熱除去システムは、施設の安全運転が確保されるように設計すべきである。第一の目的は、運転状態および事故条件下において、温度が、構造物、システム、機器、および貯蔵物を損傷させないために設定した温度制限値を超えないようにすることである。

放射性物質の閉じ込め

7.5. 湿式プール貯蔵施設は、放射性物質の環境への放出を防止または制限する特徴を持つように設計すべきである。これらの特徴としては、貯蔵建屋内部の負圧を維持する機能、考えられる換気経路を濾過する機能、建屋の貫通部の数、寸法、および場所を最少にする機能が考えられる。

放射線の防護

7.6. プール水が作業者および公衆を防護する放射線遮蔽の役割を果たす場合には、必要な程度の遮蔽となるようにその水位を維持すべきである。そのため、湿式使用済燃料貯蔵施設の設計に当たっては、その施設で使用できる品質の水の、適切で適宜利用できる補給設備を設けるべきである。

7.7. 湿式貯蔵施設の設計に当たっては、水媒体中に放出される可能性がある放射性物質に対する効果的な管理機能を設けるべきである。

7.8. 湿式貯蔵施設の設計に当たっては、プール水の浄化機能を設けるべきである。プール表面の放射線強度を制限するために、溶解した放射性物質および浮遊する放射性物質の管理除去が必要だと考えられる。プールライナー壁の表面から放射性の堆積物やスラッジを定期的に除去するために、プールライナー壁の洗浄装置を装備すべきである。

構造とレイアウト

7.9. 貯蔵プールおよびその他の冷却水の保持上重要な機器は、衝突や重量物の落下による衝撃も含めて、運転状態および事故条件に、著しい水の漏洩を伴わず耐える設計とすべきである。さらに、プール貯蔵には、必要に応じて、漏洩検出、および、適切な補修や是正措置を行うための設備を設けるべきである。

7.10. 臨界安全解析で燃焼度クレジットをとる場合には、適切なインターロックや運用プロセスによって燃料集合体の誤配置が起きないようにしなければならない。このような場合のために、燃料取扱い機器を適切に設計しければならない。

7.11. 貯蔵プールは、貯蔵された使用済燃料を適切に遮蔽・冷却するために必要な最低水位より低い位置に貫通部を設けないように設計すべきである。

7.12. 設計に際しては、サイフォン作用等によって誤って必要最低水位以下にプール水位を低下させる可能性がある配管やその他の設備の常設を避けるべきである。

7.13. プール水補給システムは、プール水排水設備を経由した排水も含め、運転中に水が減った結果として考えられる最大排水速度以上の速度で水を供給するように設計すべきである。反対に、プール水排水設備の容量は、プール水補給システムの容量よりも小さくすべきである。

7.14. 水プールを樋管でつなぐ場合には、水を収容でき、漏洩水の検出・回収・除去が可能な樋管の設計にすべきである。樋門は、予期される水圧と地震の影響に耐える設計にすべきである。

7.15. 施設は、貯蔵プールの溢水に対する予防措置を講じた設計とすべきである。

材 料

7.16. 下記の機器等に使用する材料、すなわち、

(a) 使用済燃料閉じ込めシステム・構造物・機器

(b) 貯蔵用ラックまたは容器

(c) 冷却水システム・構造物・機器

(d) プール補給水システム・構造物・機器

(e) 取扱いシステム

の材料は、プール水との共存性があるか、または過度の劣化に対して効果的に保護されるべきである。貯蔵用ラックや容器がプール水を汚染すべきではない。プール水に曝され、または接触している設備の除染の容易さは、使用する材料の表面と関連している。設計者は、そのような設備の材料の仕様を決めるに当たっては、除染の容易さについて考慮すべきである。

7.17. プール水の化学組成が、使用済燃料の被覆管、プール構造物、および取扱装置の保護を阻害しないようにすべきである。また、プール運転に必要な清澄度を維持すべきである。

取 扱

7.18. 取扱システムおよび装置は、プール水の純度を低化させ、または他に悪影響を及ぼす可能性のある潤滑油やその他の流体または物質を必要としないように設計すべきである。潤滑油が必要な場合は、潤滑油がプール水の中に漏洩し、流出することを防止する設計対策を講じるべきである。使用済燃料、装置類、および貯蔵構造物と十分に共存できる物質は使用することができる（すなわち水の使用は可能）。

7.19. 水中で使う中空の取扱具は、水中では水で満たされ、また、取り出し時には水抜きされる設計にすべきである(水遮蔽を維持するため)。高い放射線場が検出された場合に滑車（ホイスト）の動きを阻止するよう設計されたインターロックを付けることで、使用済燃料や他の機器の過度な引き上げを防止すべきである。

乾式貯蔵施設に特有な設計上の考慮事項

未臨界性

7.20. 使用済燃料貯蔵用の燃料バスケットおよび容器は、積込み・輸送・貯蔵・取出し時の未臨界性確保のために定めた使用済燃料の配置が確実に維持されるように設計すべきである。

7.21. 乾式使用済燃料貯蔵施設は、内部または外部的事象の結果として減速材の配置が変わったり減速材が持ち込まれたりするために生じる可能性がある影響に対処できる設計にすべきである。

熱除去

7.22. 使用済燃料貯蔵施設は、決められた使用済燃料最高貯蔵温度が守られるように崩壊熱を確実に環境に放散させ、構造材の健全性が確実に維持されるように、設計すべきである。

7.23. 貯蔵施設は、十分な熱放散が可能な場所に建設し維持すべきである。設計上の特徴としては、不利な気象条件下においても冷却が維持されるための設備対策が考えられる。

7.24. 乾式使用済燃料貯蔵の冷却システムは、現実的にできるかぎり受動的で必要な保守が最少となるようにすべきである。そのようなシステムは、自然対流、熱伝導、および放射伝熱に依存する。冷却材の強制循環を行う場合には、十分な信頼性を示すべきである。

7.25. 使用済燃料の健全性がガス媒体に依存する場合には、関連する使用済燃料貯蔵施設は、その媒体を監視し維持する設備を設けた設計にすべきである。

放射性物質の閉じ込め

7.26. 貯蔵施設は、使用済燃料閉じ込め設備の監視と故障検出が容易にできる設計にすべきである。継続的な監視が行われない場合には、観察または測定による定期的な検証を行って、閉じ込めシステムが満足に機能することを確保すべきである。

放射線防護

7.27. 貯蔵システムは、施設に最大限の使用済燃料を貯蔵した場合でも、外部放射線場が参考資料［9］の求める基準や制限値、または規制当局の規定する制限値を満たすように設計すべきである。

7.28. 使用済燃料の装填・取出し作業は、管理区域外への放射線のスカイシャインと反射を抑制する設備と方法を用いて行うべきである。

7.29. 貯蔵施設は、放射性核種の放出を防止するための閉じ込めバリアを採用した設計にすべきである。これには、貯蔵システムと一体となったライナーやキャニスタが考えられる。

7.30. 乾式貯蔵施設については、監視を行って、閉じ込め設備または遮蔽の劣化を示す可能性があるガンマ・中性子放射線場強度の増大を検出すべきである。

7.31. 許容できない濃度の空気中放射性核種の発生や蓄積の可能性が高い貯蔵区域は、大気圧より低く保持し、使用済燃料貯蔵施設の他の区域に空気中放射性核種が拡散することを防止すべきである。あるいは、そのような区域には、空気中放射性核種の濃度を許容できるレベルに維持するため、換気・ろ過を行うべきである。

構造とレイアウト

7.32. 容器は、使用済燃料を安全に取り出せるように、容器本体に確実に装着できる蓋を備えた設計にすべきである。貯蔵所内には、収納の仕切りのために、同様なクロージャーに関する規定を設けるべきである。

7.33. ライナー付きの貯蔵容器は、ライナーと容器本体との間に水が溜まることを防ぐ設計とすべきである。

7.34. 積重ねをしようとする場合には、使用済燃料およびあらゆるキャニスタまたはバスケットが、許容できない構造的変形を生じることなく、全積重ね重量に耐える機械的安定性を持つように設計すべきである。静的荷重、衝撃荷重、および地震荷重を考慮すべきである。

7.35. 通常運転時または予想される運転事象や事故条件からの復旧作業時に必要となる貯蔵場所への使用済燃料の移送や返送を容易にするために、設計時にアクセスの容易さについて考慮すべきである。必要なアクセスを得るために、全ての方向と全ての側に十分な余裕をとるべきである。

7.36. IAEA 輸送規則 [15] は、サイト外で輸送される容器の使用について規定している。

7.37. 容器は、その転倒を防止するため、安定性を保つように設計すべきである。

7.38. 貯蔵システムは、放射性核種や不活性ガスの許容できない漏れを防止するため、また、水や空気の侵入を防ぐために、効果的に密封宇されなければならない。

7.39. 貯蔵区域の基礎は、過度な沈下を伴うことなく、使用済燃料が入った容器および取扱装置の荷重に耐える能力を持つべきである。

7.40. 開放型乾式使用済燃料貯蔵施設は、表面流出水を適切に回収し、監視し、処理できる設計にすべきである。

7.41. 乾式使用済燃料貯蔵施設の設計では、容器からの燃料の取り出しとその後の燃料の再パッケージングまたは補修ができるように、ホットセルの設置を考慮すべきである。

7.42. 容器からの燃料の取り出しや補修のためのホットセルや他の設備がない場合には、保守や補修ができるように容器を設計すべきである。あるいは、そのような施設がある場所に運ぶことができるように、容器を設計してもよい。

7.43. いかなる乾式使用済燃料の貯蔵区域も、(水等の) 減速材が貯蔵中の使用済燃料に侵入することを防ぐようにレイアウトすべきである。

材 料

7.44. 貯蔵システムは、適切な設計規格・基準および建設方法を適用し、適切な材料を用いて、その設計寿命期間中に予測される一般的な条件および燃料装填・取り出し条件の下で、遮蔽機能および閉じ込め機能が維持できるように、建設すべきである。ただし、運転中の適切な保守・取替が実証される場合はこの限りではない。これらの条件としては、大気に曝されることによる腐食、内部および外部の湿分、核分裂生成物、温度変化、内部のガス蓄積、高い放射線場などを考えるべきである。

7.45. 貯蔵システム（蓋も含む）は、化学的な安定性および放射線に対する安定性を持ち、機械的および熱的な衝撃に対して適切な耐久力を備えた材料で製作すべきである。

7.46. 材料と貯蔵雰囲気の選定は、規制当局が認める産業用規格・基準に基づいて行うべきである。規格・基準がまだ規制当局によって認められていない場合には、その適用の妥当性を十分に示すべきである。

7.47. 使用済燃料とその閉じ込め設備の健全性、特にシールの健全性を保持するために必要な気体環境を達成・維持するために、使用済燃料を適切に乾燥すべきである。

取 扱

7.48. 持ち運びを目的とする容器は、吊上げ･取扱用の装備を備えた設計とすべきである。

7.49. 遮蔽が必要なキャニスタを採用する乾式使用済燃料貯蔵施設については、サイト内での取り扱いとサイト外での輸送の必要性について、考慮を払うべきである。

7.50. 多目的（貯蔵、輸送、および、予想される処分）容器の場合は、貯蔵後の輸送と、貯蔵期間終了後の処分が確実にできるものとすべきである。

湿式貯蔵施設に特有な運転上の考慮事項

7.51. 湿式貯蔵施設の安全な運転に寄与するいくつかのプール管理事項がある。それらは、表 3 に示すように、設計パラメータを維持し、プールの構造物・システム・機器の腐食を最小化し、放射線防護を助ける事項である。

熱除去

7.52. プール水を非常に低い温度または氷結温度まで冷却すると、プール構造物が損傷する可能性がある。また、設計限度を超えた高い温度変化率によっても損傷が起きる可能性がある。運転制限値や運用手順を定めるに当たっては、そのような熱除去に関する問題を考慮すべきである。

表 3： 湿式貯蔵施設に特有な運転上および安全上の考慮事項

要　　素	該当する安全上の考慮
1. 残留熱、核反応度、および床の静的荷重を考慮したプール内に貯蔵した使用済燃料の量の管理	未臨界性、熱除去
2. プールの床と壁の衝撃荷重に対する防護	閉じ込め、放射線防護、使用済燃料集合体の構造健全性
3. プール水の管理（比放射能、温度、化学組成）	閉じ込め、放射線防護、使用済燃料集合体の構造健全性
4. プール水位の管理	放射線防護
5. 換気システムの保守	閉じ込め
6. プール熱除去システムの保守	閉じ込め、熱除去
7. 揚重機の保守	放射線防護、閉じ込め、使用済燃料集合体の構造健全性
8. 水中照明具の保守	放射線防護
9. 使用済燃料の誤配置防止のための運営管理	未臨界性
10. 使用済燃料の健全性	放射線防護

7.53. 運転手順書では、稼働率を最大にするとともに、運転状態を設計仕様内に留めるために、プール熱除去システムを監視するようにすべきである。プール冷却システムに障害や劣化が生じた場合には、システムを設計運転状態に復旧させるために、時宜を得た対応が必要である。また、プール冷却システムの保守期間を極力短くし、このシステムが完全には利用できない期間を最短にすべきである。

7.54. 使用済燃料を高密度貯蔵する場合には、熱伝達に関する考慮の重要性が増す可能性がある。

閉じ込め

7.55. プール水位の低下は、以下の結果を招く可能性がある。

(a) 放射線場と運転員に対する線量率の増大

(b) 水位が下がったためにプール冷却システム熱交換器への水流が中断された、または減った場合の燃料冷却の低下

(c) 水温の上昇と、その結果としての使用済燃料と使用済燃料被覆管の腐食に起因する水中への放射性物質の放出の増大。

7.56. 運転機関は、時宜を得た是正措置の実施に役立つパラメータについて、適切な日常的監視を行うべきである。

遮 蔽

7.57. 運転中に遮蔽を失うと高放射線被曝を招く怖れがあるため、それを回避すべきである。遮蔽を失う原因としては、下記が考えられる。

(d) 貯蔵プール内での取扱操作中の設計上限値を超える使用済燃料の吊上げ

(e) 不適切なプール水の深さ

(f) プール器具の不適切な使用 (例えば、水で満たさず空洞の場合).

積載物の落下

7.58. プール貯蔵の設計における主な重要区域は、容器搬入エアロックと容器準備エリアの間の区域および燃料取り出しプール区域である。燃料取り出しプール区域では、容器の落下による機械的損傷の可能性が、プール水の非圧縮性のために大きくなる。そのような落下によって生じる重大な潜在的危険性としては、容器内の使用済燃料の損傷、直接的な排水または構造物の損傷による大量の漏洩によるプールからの水の喪失、およびプールの損傷が考えられる。

7.59. 移送時に使用済燃料要素や燃料要素集合体が貯蔵ラック上へ落下すると、以下のような結果を引起す可能性がある。

(a) 使用済燃料の損傷とその結果としてのプールの汚染

(b) プール構造物の損傷とその結果としての水漏れ

(c) いくつかの使用済燃料集合体がラックから外れ、かつ使用済燃料の燃料棒配列の変形や隣接ラック中にある使用済燃料集合体や燃料配列への許容できない接近が生じた場合の臨界事象

(d) 気体核分裂生成物の放出

乾式貯蔵施設に特有な運転上の考慮事項

7.60. 乾式使用済燃料貯蔵施設の管理には、安全運転に寄与するいくつかの要素が存在する。主要な要素のいくつかを表 4 に記載する。

表 4： 乾式使用済燃料貯蔵施設に関する運転上および安全上の考慮事項

要 素	該当する安全上の考慮
1. 貯蔵区域内の使用済燃料のタイプと量の管理	未臨界、熱除去
2. 貯蔵区域内の使用済燃料の場所近傍のガンマおよび中性子放射線場のモニタリング	放射線防護
3. 使用済燃料から環境への熱の除去と損失のモニタリング	熱除去、放射線防護、閉じ込め容器、使用済燃料集合体構造の健全性
4. 使用済燃料閉じ込め容器健全性の直接モニタリング（設計上許されるならば）	放射線防護、閉じ込め容器
5. 密封使用済燃料容器を含む施設内の体積／空間の雰囲気 の間接モニタリング（設計に入っているならば）	放射線防護、閉じ込め容器、使用済燃料集合体構造の健全性
6. 密封容器内の不活性ガスの維持とモニタリング（存在するならば）	熱除去、使用済燃料健全性

未臨界性

7.61 乾式貯蔵施設は、ほとんどの場合、決定論的論拠によって、未臨界に留まることを示すことができる。燃料が存在する可能性のある区域へ水が侵入した場合の影響については解析しておくべきである。これは、決定論的に、または外部環境的事象や閉じ込め容器障壁の破損と結びついた人為的事故を考慮することに基づいた確率論的解析を使用して行うことができる。

熱除去

7.62. 使用済燃料からの熱除去は、熱伝導、熱放射、および自然対流、または或る場合には強制対流などの影響を受ける。運転管理は、空気の流れに対する障害が存在しないことを実証することからなるべきである。もしも熱除去のために強制換気を必要とする場合には、空気の流通系に追加の運転管理および保守が必要となる。

閉じ込め容器

7.63. 特に、二重密閉系に関しては、放射性物質の環境への放出の可能性を阻止するために、モニタリングはいかなる密封効果の喪失をも検出するものでなければならない。一層の密封系および換気系については、放射性物質（例えば、^{85}Kr、^{134}Cs および ^{137}Cs）の放出がモニターされるべきである。

遮 蔽

7.64. 使用済燃料貯蔵中の遮蔽の喪失は、高い放射線被曝に繋がり得る； これは以下の事に起因し得る。

(a) 乾式貯蔵の構造欠陥；

(b) 乾式貯蔵構造を閉鎖したり密封したりするときの取扱ミス；

(c) 遮蔽セル上での不適切な操作や保護インターロックの破損； および

(d) 中性子遮蔽材料の高温による融解

積載物の落下

7.65. 使用済燃料を容器から貯蔵ラックへ移送中（または逆に乾式貯蔵のために容器を積載している場合）に落とすことは避けなければならない。なぜなら、以下の結果に繋がる可能性があるからである。

(a) 使用済燃料被覆管の部分的な欠陥は漏洩に繋がり、容器の積載の場合、湿式貯蔵の場合の貯蔵プールを核分裂生成物によって汚染させる結果となる；

(b) その後の使用済燃料の取扱を難しくすることに繋がる使用済燃料の変形（例えば、曲がり）あるいは破損；

(c) 新しいまたは低燃焼度の使用済燃料がバスケットまたは貯蔵ラックの中の他の使用済燃料のそばに落下した場合の臨界事故の発生確率または可能性の増加； および

(d) 揮発性の放射性核種の放出による職員の放射線被曝。

8. 燃料に特有な考慮事項

一 般

8.1. 貯蔵のために考慮しなければならない100以上の固有の燃料要素のタイプがある。これらは、燃料のタイプ、ウラン燃料に関しては ^{235}Uの濃縮度、被覆管の材料および形状によって異なる。原子炉内で照射した後では、熱の発生、ガンマおよび中性子の線量率、および臨界安全要件の中に大きな差異が生じる。貯蔵モードの選択に当たっては、個々の燃料の固有の特性に対して正当な考慮が払われるべきである。

MOX 燃料

8.2. ウランと再処理酸化プルトニウムの混合物からなる燃料（MOX燃料）は、軽水炉において益々利用されるようになってきている。燃料棒と燃料集合体は、その構造と形状において、類似の酸化ウラン燃料と実質的に同じであるが、放射性核種の蓄積量が違うこと、および実質的に崩壊熱の発生量が高く、中性子の線量率が高いという点で酸化ウラン燃料とは異なる。これらの性質が、冷却期間の短い使用済MOX燃料は、乾式貯蔵に対して比較的適さないものとしている。通常は、使用済燃料貯蔵施設の運転組織は、使用済MOX燃料が乾式貯蔵システムに装荷される前に、崩壊熱の発生率を既に述べた制限値以下に下がるように十分な冷却時間を維持しなければならない。

8.3. 臨界に対する安全は、重要な設計要件の一つである。核反応度の解析に際しては、包絡的なプルトニウム・ウラン比の決定に特別な考慮を払わなければならない。

8.4. 湿式貯蔵プールでは、使用済MOX燃料集合体は、中性子放射線と冷却の要件を満足するために、ウラン燃料集合体の間に装荷することができる。

8.5. 使用済MOX燃料は、ウラン燃料集合体の間に装荷することができる。その場合、MOX集合体は、熱を効果的に放散することができ、かつ適切な放射線遮蔽が得られる場所に置かれなければならない。

8.6. ウラン燃料と比較して、使用済MOXからは熱発生が増加し、アルファ放射能が高く、気体核分裂生成物の蓄積が高いため、被覆管材料には追加のストレスがかかる。貯蔵の前および最中でも、燃料の健全性が立証されることを保証する検査プログラムが設定されなければならない。

高燃焼度燃料

8.7. MOX燃料の貯蔵に必要とされる最も安全な施策は、高燃焼度燃料（通常、LWRにおいて 55 GWd/tウラン 以上の燃焼度）の貯蔵にも適用することができる。

燃焼度クレジット

8.8. 燃焼度クレジットは、使用済燃料の核反応度が核分裂の結果として減少することに対してクレジットをとる方法論である。これは、‘ 新燃料 ’の前提から離れるものであり、その結果、より現実的で、より保守的ではない選択である。この選択は、正確な実験データ、認可された計算法、および国際標準に従った有効で実証された標準計算機コードによる完全な正当化を必要とする。燃焼度クレジットを含めて、使用済燃料の貯蔵のための許可申請は、必要とされる安全レベルを達成することを立証する適切な安全評価によって裏付けられているべきである。

8.9. 燃焼度クレジット（通常、4－10 GWd/tウラン）の許可は、技術的に検討された安全特性に主として依存しており、運転管理にのみ依存しているのではない場合にのみ与えられる。

8.10. 燃焼度クレジットは、漸増的な方法で与えられるべきである。混合濃縮度をもつ使用済燃料のように複雑なケースを考える前に、より単純なケースが優先されるべきである。 このことによって、標準PWR燃料のように簡単に特徴づけられる燃料による必要な経験の蓄積ができる。

研究炉からの燃料

8.11. 研究炉を持つ国の数は、原子力発電プラントを所有する国の数よりも多い。

8.12. 使用済燃料の貯蔵のための基本的な安全に関する側面は、発電炉と同様、研究炉からの使用済燃料の貯蔵にも適用できる。燃料タイプ間の差異を考慮に入れた適切な格付けを適用しなければならない。研究炉燃料の貯蔵に特異的に関係する課題、例えば、低い熱発生、より高い濃縮度、などには特別な注意を払う必要がある。

8.13. 燃料集合体の燃料組成、被覆管材料、形状および寸法などは、研究炉の場合大きく変化する。研究炉の場合には、異なる燃料要素が装荷される可能性があるため、種々の使用済燃料が発生する。これは、例えば異なる被覆管材料（Al、SS、Zr）や異なる燃料組成の燃料集合体からなるものである。或る特定の研究炉では、照射済燃料集合体の再構成（ピンの交換）が実施される。

8.14. 本文書につけられたガイダンスに加えて、研究炉で使用される個々の燃料集合体に関係する全ての局面を考慮に入れることが必要不可欠である。

8.15. 貯蔵に当たっては、再構成した集合体を含めた全ての集合体の詳細評価が行われなければならない。燃料の形状、寸法、被覆管のタイプ、および燃料組成に見合った燃料集合体の貯蔵のための適正な設計がなされるべきである。燃料の再構成の結果生じた個々のピンを全て安全に貯蔵するための設計もなされるべきである。

8.16. 研究炉における燃料の濃縮度が高いため、不用意な臨界の可能性がより高い。使用済燃料貯蔵施設の設計は、貯蔵中の適切な未臨界余裕を維持するために、この安全指針の前の方の章で述べたガイダンスのように、保守的な評価によって行われるべきである。

8.17. 被覆管と湿式貯蔵条件との適合性は、健全性を保証するために評価される必要がある。

8.18. 研究炉燃料の被覆管材料として広く使用されているアルミニウムおよびその合金は、耐食性が比較的小さいため、燃料被覆管の健全性を保証するためには、プール水の組成の細心の管理が必要とされる。この観点から、長期的には、燃料を湿式から乾式貯蔵に移行させることが、その安全な長期貯蔵を保証するためには望ましいことと考えられる。

8.19. 使用済燃料は、乾式貯蔵に移送する前に、できる限り最大限に乾燥させるべきである。このためには、適切に設計されたキャニスタの中に入れ、乾式貯蔵施設に移送する前に特定の処理をする必要がある。乾式貯蔵施設は、燃料の周辺環境が腐食を抑制するものであり、その結果、空気中または水中に溶けた放射性核種の放出の可能性を排除することを保証するように設計されるべきである。